

Aus dem Institut für Tierproduktion  
der Technischen Universität Berlin

**Untersuchungen zum Verhalten und zur  
Thermoregulation unter dem Einfluß einer Wärme-  
belastung an Kühen der Rasse Deutsche Schwarzbunte**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
**Isabelle Lewis**  
Tierärztin  
aus Bünde/Westf.

Berlin 1985  
Journal-Nr. 1234



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548822\\_0013](https://archive.org/details/IA41548822_0013)





Aus dem Institut für Tierproduktion  
der Technischen Universität Berlin

Untersuchungen zum Verhalten und zur  
Thermoregulation unter dem Einfluß einer Wärme-  
belastung an Kühen der Rasse Deutsche Schwarzbunte

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Isabelle Lewis  
Tierärztin  
aus Bünde/Westf.

Berlin 1985  
Journal-Nr. 1234

Gedruck mit Genehmigung  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher: Prof. Dr. F. Hörchner

Erster Gutachter: Priv.-Doz. Dr. C.-C. Merck

Zweiter Gutachter: Prof. Dr. J.H. Weniger

Tag der Promotion: 17. Mai 1985

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. KONTAKTHERAPIE: THEORIEN UND VERFAHREN UND DIE<br>INDIVIDUALISATION DER BEHANDLUNG | 1  |
| 2. PROBLEMLÖSUNG                                                                      | 21 |
| 3. VERHALTENSTHEORIE                                                                  | 29 |
| 3.1. Einordnung der Verhaltenslehre                                                   | 29 |
| 3.2. Verhaltenslehre                                                                  | 30 |
| 3.3. Lerntheorien                                                                     | 30 |
| 3.3.1. Klassischer Konditionierung                                                    | 31 |
| 3.3.2. Operanter Konditionierung                                                      | 31 |
| 3.3.3. Sozialer Lernen                                                                | 31 |
| 3.3.4. Kognitive Verhaltenstherapie                                                   | 32 |
| 3.3.5. Kognitive Verhaltenstherapie                                                   | 32 |
| 3.3.6. Kognitive Verhaltenstherapie                                                   | 32 |
| 3.4. Zusammenfassung                                                                  | 32 |
| 4. VERHALTENSTHEORIE: KLINISCHE ANWENDUNGEN                                           | 41 |
| 4.1. Verhaltenstherapie bei Autismus                                                  | 41 |
| 4.2. Verhaltenstherapie bei Depression                                                | 41 |
| 4.3. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                            | 41 |
| 4.4. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                         | 41 |
| 4.5. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                  | 41 |
| 4.6. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                             | 41 |
| 4.7. Verhaltenstherapie bei Borderline                                                | 41 |
| 4.8. Verhaltenstherapie bei Depression                                                | 41 |
| 4.9. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                            | 41 |
| 4.10. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.11. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.12. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.13. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.14. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.15. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.16. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.17. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.18. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.19. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.20. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.21. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.22. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.23. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.24. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.25. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.26. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.27. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.28. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.29. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.30. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.31. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.32. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.33. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.34. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.35. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.36. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.37. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.38. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.39. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.40. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.41. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.42. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.43. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.44. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.45. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.46. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.47. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.48. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.49. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.50. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.51. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.52. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.53. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.54. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.55. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.56. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.57. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.58. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.59. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.60. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.61. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.62. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.63. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.64. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.65. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.66. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.67. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.68. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.69. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.70. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.71. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.72. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.73. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.74. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.75. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.76. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.77. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.78. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.79. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.80. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.81. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.82. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.83. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.84. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.85. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.86. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.87. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.88. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.89. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.90. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.91. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.92. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.93. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.94. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                        | 41 |
| 4.95. Verhaltenstherapie bei Persönlichkeitsstörungen                                 | 41 |
| 4.96. Verhaltenstherapie bei Schizophrenie                                            | 41 |
| 4.97. Verhaltenstherapie bei Borderline                                               | 41 |
| 4.98. Verhaltenstherapie bei Depression                                               | 41 |
| 4.99. Verhaltenstherapie bei Angststörungen                                           | 41 |
| 4.100. Verhaltenstherapie bei Suchterkrankungen                                       | 41 |

Meinen Eltern



# Inhaltsverzeichnis

## Seite

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. LITERATURBETRACHTUNG ZUM VERHALTEN UND ZUR<br>THERMOREGULATION VON RINDERN                                       | 1   |
| 2. FRAGESTELLUNG                                                                                                    | 27  |
| 3. VERSUCHSAUFBAU                                                                                                   | 28  |
| 3.1    Einrichtung der Klimaställe                                                                                  | 28  |
| 3.2    Versuchstiere                                                                                                | 29  |
| 3.3    Versuchsablauf                                                                                               | 30  |
| 3.3.1    Durchführung des Vorversuchs                                                                               | 30  |
| 3.3.2    Durchführung des Hauptversuchs                                                                             | 31  |
| 3.3.2.1    Zeitlicher Ablauf                                                                                        | 31  |
| 3.3.2.2    Erfassung der Verhaltensmerkmale                                                                         | 34  |
| 3.3.2.3    Erfassung der physiologischen Merkmale                                                                   | 38  |
| 3.4    Auswertung                                                                                                   | 39  |
| 4. ERGEBNISSE EIGENER UNTERSUCHUNGEN                                                                                | 41  |
| 4.1    Überblick über die Struktur der<br>Verhaltensdaten                                                           | 41  |
| 4.2    Einfluß der Wärmebelastung auf das<br>Verhalten                                                              | 46  |
| 4.3    Einfluß des Laktationsstadiums auf das<br>Verhalten                                                          | 63  |
| 4.4    Vergleich von Merkmalen der Thermo-<br>regulation mit ausgewählten Merkmalen<br>des Verhaltens am Einzeltier | 89  |
| 5. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN                                                                                | 98  |
| 6. ZUSAMMENFASSUNG                                                                                                  | 107 |
| 7. SUMMARY                                                                                                          | 110 |
| 8. SCHRIFTTUM                                                                                                       | 113 |
| 9. ANHANG                                                                                                           | 122 |



# 1. LITERATURBETRACHTUNG ZUM VERHALTEN UND ZUR THERMO- REGULATION VON RINDERN

Das Vorgehen der klassischen Verhaltensforschung, das unversehrte Tier in seiner natürlichen Umgebung zu studieren, kann für die Haltungsansprüche landwirtschaftlicher Nutztiere nur wenig Information bieten. Die Nähe des Menschen, das Fehlen natürlicher Feinde und Rivalen, die fehlende Notwendigkeit zur Revierverteidigung, das geregelte Nahrungsangebot und die künstliche Selektion durch den Menschen beeinflussen das Verhalten der Tiere einschneidend.

Hierbei sind Änderungen im Verhalten der Haustiere als Anpassung an die vom Menschen geschaffenen Umweltbedingungen zu verstehen. In diesem Zusammenhang ist die Frage, wieweit die Bedingungen einer künstlich geschaffenen Umwelt noch verändert werden können, und wo die Anpassungsfähigkeit der Haustiere ihre Grenzen hat, von besonderem Interesse. An dieser Stelle setzt die angewandte Verhaltensforschung ein. Ausgehend von einer ökonomischen und produktionstechnischen Betrachtungsweise stehen nicht die Verhaltensweisen von Tieren an sich, ihre Auslösemechanismen und ihr arterhaltender Wert im Vordergrund, sondern eher die Beziehungen eines durch bestimmte Umweltverhältnisse bewirkten tierischen Verhaltens zur Nutzleistung und deren Wirtschaftlichkeit (WANDER, 1965). Trotz weitgehender morphologischer und genetischer Unterschiede zwischen Wildform und dem züchterisch bearbeiteten Haustier bleiben jedoch jene Probleme bestehen, die sich aus der Konfrontation des landwirtschaftlichen Nutztiers mit seiner nach technisch-wissenschaftlichen Gesichtspunkten gestalteten Umwelt ergeben. NEUSCHULZ (1982) fordert daher, sämtliche abiotischen und biotischen Einflußgrößen (z.B. Stallklima und Sozialverhalten) in die Untersuchung der physiologisch-ethologischen Anpassung der Tiere einzubeziehen. PORZIG (1975) bemerkt dazu, daß die

breite Anwendung ethologischen Wissens in der Praxis u.a. bis zu 20% Mehrproduktion pro Tier bedeuten könnte.

JOHNSON et al. (1969) geben mehrere Beschreibungen des Begriffs 'Verhalten'; Verhalten umfaßt alle Aktivitäten eines Tieres, die sich als Summe von und als Ergänzung zu physiologischen Prozessen abspielen. Daneben erklären sie Verhalten als Komplex von Interaktionen eines Organismus mit seiner Umwelt. In dem von ROHLES (1974) beschriebenen dreiteiligen Ökosystemkomplex, der sich aus physikalischen, organismischen und adaptiven Faktoren zusammensetzt, tauchen Verhaltenskomponenten sowohl unter den Faktoren auf, die den Organismus bzw. das Individuum kennzeichnen, als auch unter den adaptiven, die die Interaktionen zwischen Individuum und Umwelt charakterisieren.

Aus diesen und anderen hier nicht aufgeführten Definitionen wird ersichtlich, daß Verhalten immer im Zusammenhang mit Anpassung an Umweltbedingungen zu sehen ist. Auf die vielfältigen Erklärungen und Unterteilungen der Begriffe 'Adaptation' und 'Akklimationisation' (u.a. von HAFEZ, 1968; BIANCA, 1971; LYHS, 1971) soll hier nicht näher eingegangen werden. Lediglich die Definition der Weltgesundheitsorganisation zum Begriff 'Adaptation' (zit. nach LYHS, 1978) wird herangezogen, nach der unter Adaptation "die unter dem Einfluß von äußeren und inneren belastenden Faktoren erfolgende Einstellung eines anderen Funktionsniveaus von bleibendem Charakter" zu verstehen ist.

Ein Belastungsfaktor, dem insbesondere Hochleistungstiere aus gemäßigten Klimazonen ausgesetzt sind, die in tropischen und subtropischen Bereichen gehalten werden, ist die dort herrschende Umgebungstemperatur. LYHS (1971) hält die Außentemperatur für den wichtigsten Umweltfaktor in Bezug auf die Behaglichkeitssituation eines Tieres, wobei er unter Behag-

lichkeitstemperatur diejenige Außentemperatur versteht, die der jeweiligen funktionellen Situation des Organismus am meisten entspricht. WITTKKE (1972) betont, daß allenfalls unter Laborbedingungen die Lufttemperatur als alleiniges Indiz für eine klimatische Belastung herangezogen werden kann. Die unmittelbare Wirkung anderer Klimafaktoren wie Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Strahlung etc., die bei Felduntersuchungen anzutreffen sind, wird von HERZ und STEINHAUF (1974) als vergleichsweise gering angesehen, ihr Einfluß wirkt eher indirekt über eine Veränderung des Temperatureffekts. Die thermischen Ansprüche, die Rinder an ihre Umgebung stellen, sind von vielen Autoren untersucht und definiert worden (u.a. von BRODY, 1948; WORSTELL u. BRODY, 1953; JOHNSON, 1965; BIANCA, 1971; FERGUSON, 1971; NICHELMANN, 1978). Es wurden Begriffe wie 'Komfortzone', 'Zone der thermischen Indifferenz', 'Thermoneutralzone' und 'biologisch optimale Temperatur' geprägt. Diese Begriffe beschreiben entweder einen Temperaturbereich, in dem ein Tier sein thermisches Gleichgewicht mit einem Minimum an thermoregulatorischen Maßnahmen beibehalten kann, oder sie legen den Temperaturbereich fest, in dem die Milchleistung laktierender Kühe nicht beeinträchtigt wird. Die jeweils angegebenen Temperaturbereiche für europäische Rinderrassen liegen etwa zwischen  $-1^{\circ}\text{C}$  und  $22^{\circ}\text{C}$ , wobei die unterschiedlichen Angaben über optimale Temperaturen durch Einflüsse wie Alter, Rasse, Individuum, Leistungshöhe und Laktationsstadium bedingt sein können.

Wenn nun die Umgebungstemperatur den art-, rasse-, individuell- und leistungsabhängigen Optimalbereich unter- bzw. überschreitet, setzen homoiotherme Tiere Regulationsmechanismen ein, um die jeweils arttypische, genetisch festgelegte Körperkerntemperatur beibehalten zu können. In geringem Maße sind auch im optimalen Temperaturbereich Mechanismen zur Temperatur- oder Thermoregulation aktiv, da durch Ver-

dauungs- und Stoffwechselvorgänge, Muskeltätigkeit etc. ständig Wärme entsteht. Soweit diese, in Abhängigkeit von der Außentemperatur, nicht dazu benötigt wird, die Körpertemperatur konstant zu halten, wird sie über physikalische Mechanismen (Konvektion, Konduktion, Radiation) abgegeben (WITTKÉ, 1972). Da mit zunehmender Außentemperatur der Wärmegradient von innen nach außen abnimmt, wird diese Möglichkeit der Wärmeabgabe immer geringer. Nun steht den Tieren nur noch einer der physikalischen Regulationsmechanismen zur Wärmeabgabe zur Verfügung: die Wasserverdampfung über Wärmehecheln und Schwitzen. Diese Möglichkeiten werden von WITTKÉ (1972) zu den autonomen Maßnahmen gezählt und den Regulationsmechanismen durch geeignetes Verhalten gegenübergestellt. SCHEIN und HAFEZ (1969) verstehen unter ethologischer Thermoregulation sowohl Möglichkeiten zur Verringerung der Wärmebildung als auch zu vermehrter Wärmeabgabe. Sie betonen aber, daß die Wasserverdampfung der wichtigste Mechanismus in der physiologisch-ethologischen Thermoregulation ist, und daß Verhalten in diesem Sinne darauf ausgerichtet ist, die verschiedenen Arten der Evaporation zu steigern.

HERZ und STEINHAUF (1974) weisen darauf hin, daß die Unterscheidung zwischen "ethologischen" und "physiologischen" Möglichkeiten der Thermoregulation problematisch ist, da jede Verhaltensweise physiologisch bedingt ist und das Verhalten als Teilgebiet der Physiologie zu sehen ist. Sie verstehen unter ethologischer Thermoregulation eher die Reaktionen, die zu einer Vermeidung der unmittelbaren thermischen Belastung führen. Hierzu zählen sie Verhaltensweisen wie Aufsuchen eines angenehmeren Mikroklimas, Stellung der Einzeltiere und Verteilung einer Gruppe von Tieren über die zur Verfügung stehende Fläche, Veränderungen im Tagesrhythmus von Bewegungsaktivität und Wasseraufnahme sowie Benutzung von Wasser zur Kühlung. Reaktionen wie Steigerung

der Atemfrequenz und Einschränkung der Nahrungsaufnahme fallen dagegen nicht unter diesen Begriff des Verhaltens.

Hinsichtlich der Reihenfolge und der Bedeutung dieser verschiedenen Thermoregulationsmechanismen ist zu bemerken, daß zunächst diejenigen Maßnahmen in Kraft treten, die die günstigste Energiebilanz aufweisen, d.h. der Energieaufwand für die ethologische Thermoregulation ist im Verhältnis zur überbrückten Temperaturspanne sehr niedrig. BIANCA (1977) bezeichnet daher die ethologische Temperaturregulation als "erste Verteidigungslinie" und erklärt das frühzeitige Einsetzen ethologischer Maßnahmen durch ihre Steuerung über die Hauttemperatur. WHITTOW (1962) sieht in diesem Zusammenhang eine Umgebungstemperatur von 20°C als kritischen Punkt, an dem eine maximale kutane Vasodilatation erreicht ist und nun mit weiterer Erhöhung der Außentemperatur sich auch die Hauttemperatur erhöhen würde. MONTY und GARBARENO (1978) fanden an ihren Versuchskühen, daß diese mit steigenden Hauttemperaturen ihre Aktivitäten reduzierten. Sie folgerten, daß steigende Hauttemperaturen, da sie vor Einsetzen der Phase verminderter Aktivität festzustellen sind, als Hauptursache hierfür in Betracht kommen. WITKE (1972) sieht in der Verhaltensregelung den Zweck, die Mechanismen der autonomen Regelung möglichst lange in Reserve zu halten. Nach HERZ und STEINHAUF (1974) ist das Verhalten einer der wirksamsten adaptiven Mechanismen, da es Tiere in die Lage versetzt, ihren Lebensraum weit über die Grenzen hinaus auszudehnen, die ihnen durch physiologische Reaktionen allein gesetzt sind.

In den letzten zwei Jahrzehnten sind zum Verhalten eine Vielzahl von Untersuchungen, besonders im deutschsprachigen und angrenzenden EG-Raum und in einigen osteuropäischen Ländern, angestellt worden. Im Vordergrund stehen hierbei

die Anpassungsfähigkeit von landwirtschaftlichen Nutztieren an intensive Haltungsformen und die Artgemäßheit dieser Haltungsformen. Fragen der ethologischen Thermoregulation spielen hier eher eine untergeordnete Rolle. D'ARCES (1966), NICHELMANN (1971), NICHELMANN und LYHS (1973), DANTZER (1976), BIANCA (1977, 1979), MONTY und GARBARENO (1978) u.a. heben die Bedeutung des Verhaltens im Rahmen der Thermoregulation hervor, untersuchen sie aber nicht eingehender. Verhaltensstudien an Rindern vom Typ *bos taurus*, aber auch an *Bos indicus* unter verschiedenen Klimabedingungen und Fragestellungen sowohl im Feld als auch bei Stallhaltung sind weiterhin u.a. von folgenden Autoren beschrieben worden: KOCH (1968); MORAN (1970); BARTHA (1971); FERGUSON (1971); COWAN (1975); ADAM et al. (1977); HEDLUND und ROLLS (1977); ZEEB und BÄMMERT (1977); COWAN et al. (1978); EL KASCHAB (1979); WINTER (1979); ZEEB (1981); ZSCHACHLITZ (1982).

Der Einfluß tropischer und subtropischer Klimabedingungen auf Rinder verschiedener Rassen im Feld, im Stall und in Klimakammern ist in unzähligen Arbeiten untersucht worden. Einen Literaturüberblick hierzu gibt PASCHKE (1982). Bemerkenswert ist, daß in den meisten Untersuchungen der Schwerpunkt auf die Leistung der Tiere und die physiologische Seite der Thermoregulation gelegt wird. Ethologische Aspekte dagegen, soweit überhaupt berücksichtigt, werden eher am Rande erwähnt. Diese Tatsache wurde schon 1961 von WEISS und LATIES hervorgehoben, ebenso die Feststellung, daß die Bedeutung des Verhaltens für die Regulierung der Körpertemperatur außer Frage steht, daß aber Daten hierüber kaum vorhanden sind. 1982 kommen CURTIS und McGLONE nach einer breit angelegten Umfrage über fünf Jahre in Nordamerika zu einem ähnlichen Ergebnis. Von insgesamt 218 ermittelten Forschungsvorhaben mit einer ethologischen Fragestellung konnten nur 3% unter "Thermoregulation" eingeordnet werden. Die

Zahl der Untersuchungen, bei denen hierzu Rinder als Studienobjekt dienten, war verschwindend klein. Den Grund dafür, daß Verhaltensstudien an landwirtschaftlichen Nutztieren allgemein und speziell im Hinblick auf die Thermoregulation erst langsam an Beliebtheit gewonnen haben, sieht FERGUSON (1971) darin, daß Adaptationsforschung hauptsächlich in Klimakammern betrieben worden ist, ethologische Adaptation aber eher in einer natürlicheren Umgebung untersucht werden könne. Soweit dagegen Beobachtungen am tropischen Standort gemacht wurden, bezögen sie sich auf Wildtiere. In diesem Zusammenhang bezeichnet BOGNER (1980)\* Ethologen als liebenswerte "Einzelkämpfer", die sich sehr gern mit seltenen Tierarten in möglichst fernen Ländern beschäftigen. Hierdurch würden nur sehr gelegentlich erkenntnistheoretische Grundlagen für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung gewonnen.

DANTZER (1976) führt an, daß lange Zeit rein ökonomisches Interesse in Verbindung mit ungenügenden wissenschaftlichen Kenntnissen und das Fehlen geeigneter Meß- bzw. Erfassungstechniken zur Vernachlässigung von Verhaltensstudien geführt haben. Zur Meßtechnik bemerken DENENBERG und BANKS (1969), daß es viele Merkmale eines Tieres gibt, die einfacher und bequemer zu erfassen sind als Verhaltensmerkmale, so z.B. das Körpergewicht, und daß letztendlich das Problem in der Frage besteht, "was habe ich eigentlich gemessen?".

---

\* Bogner, H. (1980):

Die Problematik der Massentierhaltung.

Manuskript für einen Vortrag bei der Fachtagung der Hans-Seidel-Stiftung e.V. in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Tierschutzbund "Tierschutz in seiner gesellschaftspolitischen Bedeutung" 29./30.8.80 in Duisburg

Unter gemäßigten Umgebungstemperaturen sind Steh- und Liegezeiten bei Rindern u.a. abhängig von Futterangebot und Nährwert des Futters, vom Alter und Körpergewicht der Tiere und von der Laktation (CASTLE u. HALLEY, 1953; KOCH, 1968; SAMBRAUS, 1971) sowie vom Haltungssystem und der Bodenbeschaffenheit (ZSCHACHLITZ, 1982). KOCH (1968) ermittelte eine tägliche Liegezeit von 10 bis 13 Stunden bei Stallhaltung, während bei Weidehaltung die Liegezeit kürzer war, da die Tiere hier Zeit zur Futtersuche benötigten. Er betont aber, daß die individuellen Unterschiede "fast größer waren als die Gruppenunterschiede bei Stall- bzw. Weidehaltung". SAMBRAUS (1971) stellte hierzu fest, daß Unterschiede in der individuellen täglichen Liegezeit bei den einzelnen Tieren gleich blieben, d.h. eine Kuh, die am Vortag eine kürzere Liegezeit hatte, lag auch am folgenden Tag kürzer als die anderen Tiere. Bei Anbindehaltung liegen die Tiere im allgemeinen länger als bei Laufstallhaltung und auf Liegeflächen mit geräumigen Abmessungen und guter Verformbarkeit und Wärmeisolierung des Untergrunds wiederum länger (PORZIG, 1969; DREGUS et al., 1979; ZSCHACHLITZ, 1982). Nach PORZIG (1982) vermeiden es die Tiere, sich auf nassen Flächen niederzulegen, und wenn kein trockener Liegeplatz zur Verfügung steht, bleiben sie eher stehen (CENA, 1964).

Die Bevorzugung einer Liegeseite konnte PORZIG (1982) nur bei erstlaktierenden Kühen im Anschluß an die Fütterung feststellen, nach der sie die linke Körperseite bevorzugten. Nach SAMBRAUS (1971) wird weder von jungen noch von erwachsenen Tieren eine bestimmte Liegeseite bevorzugt. TRNKA (1979) schreibt, daß die Lateralität beim Liegen eine individuelle Eigenschaft ist.

Kalbinnen legen sich teilweise so eng nebeneinander nieder, daß sie sich berühren, während Kühe sonst die Berührung mit Artgenossen beim Liegen nicht dulden (CENA, 1964; SAMBRAUS,

1971). Die bevorzugte Liegehaltung ist das aufrechte Liegen auf dem Brustbein mit untergeschlagenen Beinen und erhobenem Kopf, die im Kurzstand bis zu 100% der gesamten täglichen Liegezeit eingenommen wird (PORZIG, 1982). Ein- oder beidseitiges Strecken der Vorderbeine kann, abhängig vom Platzangebot, bis zu 25% der Liegezeit beobachtet werden, bei Anbindehaltung allerdings bis auf 0% absinken. Die Seitenlage mit allen Extremitäten gestreckt kann nach KOCH (1968), RUSSI (1977) und KLEE (1979) auf der Weide und bedingt auch in Laufställen beobachtet werden, wo ihr Anteil an der täglichen Liegezeit etwa 3% beträgt. In Anbindeställen sei sie hingegen nicht anzutreffen. JENNINGS (1971) meint sogar, daß bis auf wenige Stunden nach der Geburt und vor dem Tod Rinder nie die gestreckte Seitenlage einnehmen.

Die gesamte tägliche Liegezeit unterteilt sich bei Weidehaltung in 4 bis 8, bei Stallhaltung in 7 bis 11 Perioden, abhängig u.a. von Klima, Besatzdichte, Nahrung, Standlänge, Beleuchtung, Lärm und ähnlichen Faktoren und von Fütterungs- und Melkzeiten, die bei stallgehaltenen Tieren den täglichen Aktivitätsrhythmus bestimmen (KOCH, 1968; SAMBRAUS, 1971; PORZIG, 1982).

Die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode bewegt sich nach PORZIG (1982) zwischen 66 und 75 Minuten bei Anbindehaltung; dauert sie länger als 2 Stunden, liegen belastende Umweltverhältnisse vor, da Kühe sonst zwischenzeitlich aufstehen und sich mit einer Regelmäßigkeit von 80% auf die andere Körperseite wieder niederlegen. KOCH (1968) beobachtete, daß adulte Rinder nie länger als 12 Minuten die gestreckte Seitenlage einnahmen, Färsen dagegen oft bis zu 20 Minuten und Kälber bis über 40 Minuten. Er führt als Grund an, daß diese Liegehaltung durch Störung des Eruktionsmechanismus zur Pansentympanie führe. KLEE (1979) konnte aber,

zumindest bei rechter Seitenlage, mehrmals einen Ruktus feststellen.

Ebenso wie das Aktivitäts- und Ruhemuster wird das Futteraufnahmeverhalten im Stall weitgehend durch die Zeitgeber und die räumliche Enge bzw. das Stallsystem sowie die Qualität des Futters beeinflußt. Daneben spielen individuelle Eigenschaften wie Rangplatz, angeborenes Selektionsverhalten und angeborene familiäre und rassebedingte Verzehrsgeschwindigkeit eine wichtige Rolle (PORZIG, 1969, 1982; ZSCHACHLITZ, 1982). Nach FRASER (1974) fressen große Tiere im allgemeinen schneller als kleine, und jüngere Tiere kauen länger als alte (PORZIG, 1969). KOCH (1968) vermutet außerdem, daß es auch bei Rindern "Futterneid" gibt, und PORZIG (1969) berichtet, daß selbst gesättigte Tiere bei erneuter Fütterung noch einmal fressen.

Im Einzelnen muß sich das Individuum bei Stall-, insbesondere bei Anbindehaltung, an folgende Veränderungen im Vergleich zur Weide anpassen: Da die Futteraufnahme im Stand, nicht wie auf der Weide im Gehen stattfindet, werden die Vorderbeide extrem belastet. Bei glattem Fußboden muß die Körpermasse auf alle vier Extremitäten verteilt werden, so daß weiter entfernt liegendes Futter nicht erreicht wird. Auf der Weide grasen Rinder nie näher aneinander als mit 50 cm Kopfabstand. Der bei Weidehaltung maßgebende Zeitgeber Hell-Dunkel-Wechsel wird im Stall durch die Fütterung ersetzt. Der Freßweise auf der Weide und dem Bedürfnis nach Selektion tragen die Tiere insofern Rechnung, als sie nicht nur von der Oberfläche des vorgelegten Futterhaufens fressen, sondern ab und zu tief mit dem Kopf in das Futter hineinfahren, es hochwerfen und so verstreuen. Auch Futterpräferenzen ändern sich, wenn man Rindern über längere Zeit das Futter in einem geschlossenen Raum anbietet (Zusammen-

stellung nach KOCH, 1968; PORZIG, 1969, 1982; FRASER, 1974; ZSCHACHLITZ, 1982).

Bei Weidehaltung gibt FRASER (1974) eine mittlere Freßzeit von 4 bis 9 Stunden pro Tag an. Auch wenn diese Zeit zwischen Fleisch- und Milchrassen und in Abhängigkeit von Klima und Haltungsbedingungen variiert, hält er sie für hinreichend genau, da der Tagesablauf beim Rind im allgemeinen stabil bleibt. Nach PORZIG (1969) liegen die Angaben für die Freßzeit von 1 kg Heu zwischen 7 und 47 Minuten, die für 1 kg Kraftfutter zwischen 4 und 6 Minuten. Die Zeit, die zum Verzehr eines bestimmten Futtermittels benötigt wird, hängt von dessen Qualität, Volumen, den Inhaltsstoffen, dem Feuchtigkeitsgehalt, der Aufbereitung und dem etwaigen Vorhandensein einer mehr oder weniger schmackhaften anderen Futterkomponente ab. CZAKO (1970) stellte fest, daß sich die tägliche Freßzeit bei Erhöhung des Rohfasergehalts von 10% auf 20% (und auch des Trockensubstanzgehalts) von 369 Minuten auf 474 Minuten (bzw. um 21%) erhöhte, d.h. die Kühe verbrachten 26% bzw. 31% von 24 Stunden mit Futteraufnahme. Wie schon bei Betrachtung der Liegezeit erwähnt, entfällt für im Stall gehaltene Kühe die Futtersuche. So stellte HAUPTMANN (1969) fest, daß angebundene Kühe nur noch 12% bis 13% des Tages mit Futteraufnahme beschäftigt waren. Wie hier die relativ langen Freßzeiten nach CZAKO (1970) zu erklären sind, geht aus der Untersuchung nicht hervor. Er erwähnt aber, daß bei individueller Haltung mehr Zeit für die Futteraufnahme verwendet wird als bei Gruppenhaltung.

SZUCS et al. (1979) ermittelten durchschnittlich 21 Freßperioden pro Tag. Tiere, denen nur die Hälfte an individuellem Stallplatz zur Verfügung stand, fraßen allerdings zunächst etwa 30-mal pro Tag. Die Dauer der Freßperioden nahm mit zunehmendem Lebendgewicht ab. HEDLUND und ROLLS (1977) untersuchten vier Kühe in einer isolierten Kammer und ermit-

telten bei 15-stündiger künstlicher Beleuchtung einen Freßzeitanteil von 26%, der sich in 26 Freßperioden aufteilte. Die Tiere waren zwischen 3 und 7,5 Jahre alt, hatten eine durchschnittliche Milchleistung von 20 kg pro Tag und erhielten täglich 11 kg Luzerne-Heu und 11,8 kg Kraftfutter. Die Autoren betonen das uniforme Verhalten der Kühe in Bezug auf die Merkmale Fressen, Trinken und Wiederkauen. Sie führen dies darauf zurück, daß jede Kuh die gleiche Menge Heu und Kraftfutter erhielt. Mit der verfütterten Heumenge ändern sich nach PORZIG (1969) die Aktivitäts- und Ruhezeiten. Nimmt die Heumenge ab, dann verkürzen Rinder ihre Freß- und Wiederkauzeit, gleichzeitig verlängern sie ihre Liegezeit.

All diese Ergebnisse deuten an, daß die vergleichende Beurteilung des Freßverhaltens im einzelnen Schwierigkeiten mit sich bringt, zumal den aufgeführten Versuchen unterschiedliche Methoden und Zielsetzungen zugrunde lagen.

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Verhaltensweisen ist nach ZSCHACHLITZ (1982) der Wiederkaurhythmus eines der am wenigsten beeinflussbaren Muster im Verhalten des Rindes. HAFEZ et al. (1969) beschreiben die Funktion dieser Art Verdauung so: Grasen (bzw. Fressen) ermöglicht dem Tier, eine maximale Futtermenge bei einem Minimum an Präsentation im offenen Feld aufzunehmen; Wiederkauen erlaubt dem Tier, das Fressen in Muße bzw. in einer weniger gefährlichen Umgebung zu beenden. 60% (PORZIG, 1969) bis etwa 80% (KOCH, 1968; PORZIG, 1982; ZSCHACHLITZ, 1982) der Wiederkauaktivität wird dabei im Liegen verrichtet, meist in Brustlage mit mehr oder weniger gestreckten Beinen und leicht ansteigender Halslinie. PORZIG (1969) meint, der hohe Energieaufwand beim Wiederkauen sei die Erklärung dafür, daß Rinder lange im Liegen wiederkauen. Bei stürmisch-regnerischem Wetter wird dagegen mehr im Stehen und langsamen Vorwärtsgen wiedergekau, da nasse Liegeflächen nach Möglichkeit gemieden werden

(HENDRICHS, 1965). Erwachsene Rinder kauen zwischen 4 und 9 Stunden täglich wieder, unterteilt in 13 bis 20 Perioden von sehr unterschiedlicher Länge (2 Minuten bis über 1 Stunde) (HAFEZ et al., 1969; PORZIG, 1969, 1982; HEDLUND u. ROLLS, 1977; ZSCHACHLITZ, 1982). Bei Stallhaltung sind Unterschiede im Wiederkauverhalten auf Menge, Art und Zubereitung des Futters, auf die Fütterungstechnik und das Angebot an individuellem Liegeplatz zurückzuführen. Weiterhin bestehen individuelle und rasseabhängige Unterschiede bezüglich der Wiederkauzeit: Kühe und ältere Bullen kauen länger wieder als Färsen und Jungbullen, hochleistende Kühe länger als Tiere mit geringerer Milchleistung, und hochtragende Tiere kauen länger und in kürzeren Abständen wieder.

Wasser nehmen Rinder durch Trinken und über das Futter zu sich. Daneben kann etwa ein Sechstel des täglichen Bedarfs über den intermediären Stoffwechsel gedeckt werden. Unter gemäßigten Bedingungen nehmen taurine Rinder 3 bis 7 Liter Wasser pro Kilogramm Trockensubstanz auf, wobei Leistungen jeder Art wie Wachstum, Trächtigkeit und Laktation den Wasserbedarf erhöhen (TSCHIRCH u. SOMMER, 1970; BARTHA, 1971). Neben der Struktur beeinflussen auch Nährstoff- (z.B. Eiweißanteil) und Salzgehalt des Futters die Wasseraufnahme. Rinder trinken bevorzugt nach Fütterungs- und Melkzeiten (KOCH, 1968; PORZIG, 1969, 1982; FRASER, 1974). Im Anbindestall mit Kurzstand werden zu diesen Zeiten etwa zwei Drittel des täglichen Trinkwassers aufgenommen. Nach HAFEZ et al. (1969) ist die Wasseraufnahme eine Funktion des Trockensubstanzverzehrs, so daß, gesetzt den Fall, alle anderen Faktoren blieben konstant, das Verhältnis von Wasser- zu Trockensubstanzaufnahme ebenfalls gleich bliebe. Verschiedene Autoren weisen auf große Schwankungen in der täglichen Wasseraufnahme hin (u.a. TSCHIRCH u. SOMMER, 1970; LITTLE u. SHAW, 1978); an feuchten Tagen nahmen grasende Kühe 3,6 kg Wasser täglich auf (CASTLE, 1972), hochleistende Kühe bei

Stallhaltung und Fütterung einer trockenen Ration dagegen 87,1 kg (CASTLE u. THOMAS, 1975). Nach Vorlage gleicher Rationen ermittelten LITTLE und SHAW (1978) zunächst große individuelle Unterschiede in der täglichen Wasseraufnahme. Unter Berücksichtigung von tatsächlich aufgenommener Trockensubstanz und erbrachter Milchleistung waren diese Unterschiede nicht mehr nachzuweisen. Unabhängig von der tatsächlichen Trockensubstanzaufnahme und der Milchleistung bestanden aber deutliche Schwankungen von Tag zu Tag innerhalb der Versuchsgruppen. Auf die Uniformität bezüglich der Zeit, die ihre Versuchskühe täglich für das Trinken aufwendeten (1 $\frac{1}{2}$  in 15 Stunden), weisen HEDLUND und ROLLS (1977) hin. Möglicherweise spielt hier die von KOCH (1968) beschriebene Trink-"stimmung" eine Rolle. Die von Tag zu Tag beobachteten Gruppendifferenzen bleiben allerdings, unter Voraussetzung gleicher Versuchsbedingungen, ungeklärt.

Der Harn- und Kotabsatz erfolgt bei Rindern scheinbar ungesteuert. Kot wird meist im Anschluß an eine Fressperiode und nach Beendigung einer Liegeperiode abgesetzt, meist im Stehen, nach PORZIG (1982) im Liegen nur dann, wenn das Aufstehen durch Platzmangel erschwert ist. Auch Harn wird von Kühen vornehmlich im Stehen abgesetzt. Auf der Weide wird während der nächtlichen Ruhe häufiger Harn und Kot abgesetzt als tagsüber, im Stall dagegen stehen die Kühe nachts meist nur einmal auf, um zu koten (PORZIG, 1969, 1982). In Abhängigkeit von Qualität und Quantität des aufgenommenen Futters, der Milchleistung und individuellen Unterschieden setzen Kühe täglich 10-mal bis 18-mal Kot und 5-mal bis 12-mal Harn ab. Bei einigen Milchrassen scheint allelomimetisches Verhalten eine Rolle zu spielen, da beim Anblick eines harnenden oder kotenden Artgenossen die übrigen Tiere auch hierzu angeregt werden (HAFEZ et al., 1969; FRASER, 1974). Für beide Ausscheidungsarten nehmen Kühe eine spezielle Körperhaltung ein. Wenn diese nicht eingenommen werden kann,

scheint die Relaxation des Sphincter ani behindert zu sein, und der Kotabsatz unterbleibt zumindest vorübergehend. Andererseits wird bei Erregung häufiger und in kleineren Portionen Kot abgesetzt, auch ohne daß der Rücken auffallend gekrümmt wird, so daß die Tiere sich beschmutzen. Sonst wird, besonders von Kälbern, darauf geachtet, daß der Kot möglichst weit vom Körper entfernt abgesetzt wird. Danach schenken Rinder ihren Exkrementen keine besondere Beachtung mehr und legen sich gelegentlich sogar hinein.

Mit der Problematik, die Untersuchungen von klimatischen Einflüssen auf Tiere mit sich bringen, und der Aussagekraft von Feld- und Klimakammerversuchen beschäftigt sich HIPPEN (1979) ausführlich. Im allgemeinen wird erwartet, in Klimakammern den Effekt und die Bedeutung isolierter Klimafaktoren studieren zu können, auch wenn die Aussagefähigkeit hier gewonnener Ergebnisse durch eine Reihe anderer Faktoren begrenzt wird. Zusätzlich zu einer meist geringen Zahl an Versuchstieren kommt die Feststellung, daß unter Feldbedingungen beobachtete Zusammenhänge sich unter Labor- bzw. Klimakammerbedingungen nicht immer bestätigen lassen und umgekehrt. So fand FINCH (1973) unter Feldbedingungen eine größere Abhängigkeit thermoregulatorischer Antworten von der Hauttemperatur, in Klimakammern dagegen von der Körpertemperatur. SCOTT (1958) führt weiterhin an, daß Tiere nicht notwendigerweise auf alle sie belastende Umweltfaktoren reagieren. Eher setzten sie sich mit einem Faktor auseinander, auch wenn gleichzeitig weitere Belastungen existieren würden. Ob hierbei allgemein eine Präferenz für eine bestimmte Belastungsart besteht oder ob individuell unterschiedlich bestimmte Faktoren als mehr oder weniger belastend empfunden werden, erwähnt der Autor nicht. Allerdings wäre die Art und Effizienz ethologischer Thermoregulation größtenteils vom Spielraum abhängig, der den Tieren hierzu gelassen würde. Als Beispiel sei hierzu eine Beobachtung von

FERGUSON (1967) an Friesian-Kreuzungskühen in Singapore erwähnt; diese Tiere nahmen Zuflucht zum Suhlen in feuchter Erde, was im Gegensatz zum Verhalten dieser Rasse unter gemäßigten Umgebungstemperaturen steht. SEATH und MILLER (1947) berichten über Holstein-Kühe in Louisiana, die sich in Schlamm und Wasser legten.

Anders als zu Bedingungen im Feld haben Tiere, die in Klimaställen unter Wärmebelastung gesetzt werden, nicht die Möglichkeit, durch Ortsveränderungen ein angenehmeres Mikroklima, z.B. Schatten, aufzusuchen. Auch die Einschränkung der Bewegungen fällt kaum ins Gewicht, da den Tieren ohnehin nicht viel Freiraum zur Verfügung steht. Bei kühlem Boden wäre das seitliche Liegen und Ausstrecken der Extremitäten eine Möglichkeit, die Wärmeableitung zu erhöhen (BIANCA, 1977; JOHNSON, 1977). Liegt aber die Temperatur der Liegefläche nicht wesentlich unter der Lufttemperatur, erhöht sich die Stehzeit (MIESCKE, 1977; BAYER, 1979; HIPPEN, 1979; BÜNGER, 1981). ADAM et al. (1977) ermittelten an laktierenden Holstein-Friesians bei Offenstallhaltung in Ungarn einen täglichen Stehzeitanteil von 45% im Sommer gegenüber 39% an Wintertagen. Analog war im Winter der Anteil der täglichen Liegezeit größer als im Sommer. HOFFMANN und SELF (1973) konnten dagegen an Hereford- und Angus-Ochsen in Iowa keine saisonale bzw. temperaturabhängige Veränderung in der gesamten täglichen Liegezeit feststellen. Dem stehen Weidebeobachtungen von WINTER (1979) in Bangladesh entgegen. Hier verringerten taurine (Friesian und Jersey) Färsen mit steigender Umgebungstemperatur und zunehmender Luftfeuchtigkeit ihre tägliche Liegezeit von zunächst 46% auf 30%. Einheimische zebuine Färsen (Sahiwal und Local) wiesen in der kühlen Saison zunächst ähnliche Liegezeiten auf, lagen jedoch während der trocken-heißen bzw. feucht-heißen Jahreszeit um jeweils 10% länger als die taurinen Rinder. Die Stehzeiten waren in den heißen Saisons bei allen Rassen,

insbesondere bei den taurinen (Friesian) länger als in der kühlen Saison. Die Ursachen für die unterschiedlichen Liegeaktivitäten sieht WINTER (1979) eher in wechselnden Futterqualitäten und rassetypischen Eigenheiten; Änderungen im Stehverhalten hält er dagegen für direkte thermoregulatorische Maßnahmen.

In Klimakammerversuchen beobachteten BAYER (1979) und HIPPEN (1979), daß im Verlauf von 3-wöchigen Belastungsperioden nach anfänglich deutlicher Verlängerung die Stehzeit wieder abnahm und in zwischengeschalteten Perioden bei Bedingungen von 20°C und 50% relativer Luftfeuchte unter die Ausgangswerte sank. Wechselnde Luftfeuchten von 50% und 70% bei einer Temperatur von 30°C sowie nächtliche Abkühlung auf 23°C bei 80% relativer Luftfeuchte (BÜNGER, 1981) hatten nur geringen Einfluß auf die Stehzeit. Es beteiligten sich aber nicht alle Tiere an dieser Entwicklung, und BAYER (1979) vermutet, daß einige Kühe aufgrund von Ermüdungserscheinungen ihre Stehzeit bald wieder reduzierten. VERCOE (1973) ermittelte in einer Respirationskammer bei Temperaturen zwischen 27°C und 30°C an Ochsen mit einem Durchschnittsgewicht von 273 kg die Wärmeproduktion bei Steh- und Liegevorhängen. Während die Tiere standen, war die Wärmeproduktion um etwa 19% höher als gegenüber einer Liegephase, und das Aufstehen kostete mehr Energie als das Hinlegen. VERCOE (1973) nimmt an, daß schwerere Tiere, bezogen auf 100 kg Körpergewicht, hierfür noch mehr Energie verbrauchen würden.

Die Häufigkeit des Wechsels zwischen Stehen und Liegen steigt unter Wärmebelastung ebenfalls an. BÜNGER (1981) stellte aber schon nach drei Tagen wieder einen Rückgang fest, während die Versuchstiere von BAYER (1979) erst nach anfänglicher Erhöhung der Stehzeit mit vermehrtem Wechsel Aufstehen/Hinlegen reagierten. Maximalwerte wurden indessen nach einer unterschiedlichen Anzahl von Tagen erreicht und

auch nicht von allen Tieren im gleichen Maße. Auf die durchschnittliche Dauer einer Stehphase schien die Wärmebelastung hingegen keinen Einfluß zu haben.

Vergleichsweise viele Autoren haben sich mit Veränderungen in der aufgenommenen Futtermenge bzw. den Futterinhaltsstoffen, vor allem im Hinblick auf die Milchleistung, beschäftigt. Eine Übersicht hierzu gibt PASCHKE (1982). In Klimakammerversuchen verringert sich die Futteraufnahme unter Wärmebelastung im allgemeinen sehr rasch, die zusätzliche Erhöhung der Luftfeuchte verstärkt die Depression. Zusätzlich nimmt (auch bei gemäßigten Umgebungstemperaturen) unmittelbar nach der Futteraufnahme die Wärmeproduktion des Körpers zu (specific dynamic action), und es wird noch ein großer Teil der im Futter enthaltenen Bruttoenergie als Wärmeenergie freigesetzt. Zur Verringerung der Wärmeproduktion führen nicht nur Einschränkungen der Bewegung und der Futteraufnahme insgesamt sondern bis zu einem gewissen Grade auch die Rationszusammensetzung. Nach McDOWELL et al. (1969) und PASCHKE (1982) nehmen Kühe aus eigenem Antrieb unter Wärmebelastung weniger Rohfaser, dafür eher größere Mengen an Kraftfutter auf. BAYER (1979) konnte diese Beobachtung allerdings im Klimakammerversuch nicht bestätigen.

Untersuchungen über Freßzeiten unter Wärmebelastung sind größtenteils als Weidebeobachtungen an tropischen und subtropischen Standorten durchgeführt worden. WINTER (1979) faßt hierzu zusammen, daß die Ergebnisse einzelner Autoren zum Teil stark voneinander abweichen und nicht selten gegenteilige Meinungen vertreten würden. Seiner Meinung nach liegen die Ursachen für diese unterschiedlichen Ergebnisse überwiegend in der kurzen Versuchsdauer und in der geringen Anzahl der Wiederholungen mit zu geringen Tierzahlen. Weiterhin schlossen die unterschiedlichen Standorte mit teilweise stark abweichendem Klima, das oft nur ungenau erfaßt

wurde, sowie unterschiedliche Weiden, Rinderrassen und Erfassungsmethoden Vergleiche oft aus. In eigenen Untersuchungen stellte er fest, daß taurine Färsen in der feuchtheißen Saison eine "um 5% geringere Grasensaktivität" zeigten als die zebuinen Färsen. Größere Unterschiede zeigten sich in der tageszeitlichen Verteilung des Grasens. Die taurinen Rinder verlegten in den heißen Saisons den Großteil ihrer Grasenszeit in die Nacht- bzw. die frühen Vormittags- und späten Abendstunden. Nach KOCH (1968) ist im gemäßigten Klima nur in den Herbstmonaten mit gegenüber dem Sommer längerdauernder Dunkelheit eine nächtliche Freßperiode zu beobachten. An Ochsen bei Offenstallhaltung konnten HOFFMANN und SELF (1973) keine saison- oder temperaturabhängigen Änderungen in der gesamten täglichen Freßzeit feststellen. Tageszeitliche Unterschiede waren hingegen deutlich: im Sommer fraßen die Tiere meist während der kühleren Tagesstunden, im Winter eher während der wärmeren Nachmittagsstunden. ADAM et al. (1977) beobachteten dagegen im Winter eine um 5% kürzere tägliche Gesamtfreßzeit als im Sommer. In wieweit die Autoren jedoch den Wechsel hell/dunkel und die daraus resultierende Verschiebung der Aktivitätsperioden jeweils berücksichtigt haben, geht aus den Angaben nicht immer hervor. Im allgemeinen scheint sich eine Klimabelastung bei taurinen Rindern eher auf die tageszeitliche Verteilung der Freßperioden als auf die gesamte tägliche Freßzeit auszuwirken. Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang die Beobachtungen von BARTHA (1971) am Zebu-Azaouak-Rind, das in der Sahel-Zone lebt. Diese Rinder seien in ständiger Bewegung auf der Suche nach den schmackhaftesten Gräsern unabhängig von Regen-, Trocken-, Tages- oder Nachtzeit. Der Weidegang werde ausschließlich vom Hungergefühl und die aufgenommene Futtermenge allein von deren Qualität bestimmt.

Angaben über das unter gemäßigtem Umgebungstemperaturen häufig und ausführlich untersuchte Wiederkauverhalten sind

für hohe Umgebungstemperaturen recht spärlich. Im allgemeinen wird jedoch angenommen, daß Wiederkäuer unter hohen Umgebungstemperaturen ihre Kauzeit reduzieren (BIANCA, 1977; ZSCHACHLITZ, 1982). Da nach HAFEZ et al. (1969) unklar ist, welche interozeptiven Faktoren stimulierend auf das Wiederkauen wirken, seien hier einige Überlegungen zur Wiederkauaktivität unter Wärmebelastung angestellt:

- Mit steigenden Umgebungstemperaturen verringern Tiere ihre Gesamtaktivität. Hierdurch wird die Wärmeproduktion herabgesetzt (SCHEIN u. HAFEZ, 1969; FERGUSON, 1971; u.a.). In diesem Sinne erscheint die Herabsetzung der Wiederkauaktivität nutzbringend. TRIBE (1955) meint aber, daß heißes Klima u.a. geringere Ruhezeiten und vermehrtes Herumlaufen bewirke. Wenn man davon ausgeht, daß Rinder, außer bei Regen und höheren Windgeschwindigkeiten, meist im Liegen wiederkauen, könnten verminderte Ruhezeiten auch eine Reduktion der Wiederkauaktivität bedingen.
- Nach HAFEZ et al. (1969) kauen Rinder unter dem Einfluß von Faktoren bzw. Stressoren wie Hunger, Angst, Schmerz, ungewohnten Geräuschen nicht wieder. Unter diese Stressoren könnte auch Wärmebelastung eingeordnet werden.
- Die Wiederkauzeit ist u.a. von Quantität und Qualität des aufgenommenen Futters abhängig, sie erhöht sich insbesondere mit steigendem Rohfasergehalt. Nach Angaben verschiedener Autoren (HAFEZ et al., 1969; BAYER, 1979; BÜNGER, 1981; PASCKE, 1982) wird die Futteraufnahme, zumindest in Klimakammern, bei steigenden Umgebungstemperaturen reduziert. Zusätzlich könnte die von McDOWELL et al. (1969) beschriebene Bevorzugung rohfaserer Futters unter Hitzebelastung zur Verringerung der Wiederkauaktivität beitragen. WINTER (1979) führt aber die bei Weidehaltung in Bangladesh während der trocken-heißen Saison beobachteten höheren täglichen Liegezeiten auf den erhöhten Rohfasergehalt im Weidegras und damit auf die gesteigerte Wiederkautätigkeit zurück. COWAN et al.

(1978) stellten dagegen bei Weidebeobachtungen im tropischen Hochland von Queensland mit steigendem Rohfasergehalt des Weidegrases (von 38% auf 45%) eine Abnahme der Wiederkauzeit fest.

- Nach Angaben bei PORZIG (1969) nehmen bei Verringerung der Heuaufnahme die Freß- und Wiederkauzeiten ab, die Liegezeit aber zu. Diese Beobachtungen wurden bei Stallhaltung unter gemäßigten Umgebungstemperaturen gemacht.

Bei alleiniger Berücksichtigung hoher Umgebungstemperaturen wäre demnach eine Einschränkung der Wiederkauaktivität zu erwarten, einerseits aus energetischen Erfordernissen, andererseits durch Wirkung der Wärmebelastung als Stressor. Letzteres könnte außerdem für verstärkte Unruhe und damit kürzere Ruhe- bzw. Wiederkauphasen verantwortlich sein. Bei zusätzlicher Berücksichtigung des Freßverhaltens wäre sowohl durch Einschränkung der Futteraufnahme insgesamt wie auch durch Bevorzugung rohfaserärmeren Futters (soweit verfügbar) wiederum eine Verringerung der Wiederkauzeit denkbar. Wenn aber nur Futter mit einem sogar erhöhten Rohfasergehalt zur Verfügung steht, könnten in Abhängigkeit von den übrigen Versuchsbedingungen unterschiedliche Reaktionsmuster zu beobachten sein. Ausreichendes Futter- und Wasserangebot in angemessener Entfernung ließe längere Ruhe- und Wiederkauphasen zu, langwierige Futter- und/oder Wassersuche dagegen nicht. Weiterhin wäre zu überlegen, ob Futter mit einem sehr hohen Rohfasergehalt ein schnelleres Sättigungsgefühl hervorruft und somit eine mengenmäßig, aber nicht notwendigerweise zeitlich geringere Futteraufnahme und daher eine verringerte Wiederkautätigkeit bedingen könnte.

Unter Wärmebelastung spielt die Wasseraufnahme als Kühlmechanismus eine wichtige Rolle. Einmal kann bei Aufnahme von Wasser, dessen Temperatur unter der Körpertemperatur liegt, durch Erwärmung dieses Wassers schon Kühlung erreicht wer-

den. Bedeutsamer ist jedoch die kühlende Wirkung des Wassers bei Abgabe über die Haut und die Atemwege durch Evaporation. Auch für die Wasseraufnahme sind Unterschiede zwischen Ergebnissen aus Klimakammer- einerseits und Klimastall- bzw. Feldstudien andererseits festzustellen. BAYER (1979), HIPPEN (1979) und BÜNGER (1981) kommen in ihren nur wenige Wochen dauernden Klimakammerversuchen zu dem Schluß, daß unter Wärmebelastung zwei Reaktionsmuster bezüglich der Wasseraufnahme zu beobachten sind. Manche Tiere steigerten ihre Wasseraufnahme, andere reduzierten sie. Diejenigen Tiere, die mehr tranken, schränkten ihre Futteraufnahme weniger ein (BAYER, 1979), und unter feucht-heißen Bedingungen ( $30^{\circ}\text{C}/70\%$  relative Luftfeuchte) erhöhten sie ihre Wasseraufnahme stärker als unter trocken-heißen ( $30^{\circ}\text{C}/50\%$  relative Luftfeuchte). Die Tiere, die unter Wärmebelastung ihren Trinkwasserkonsum verringerten, schränkten ihn unter feucht-heiße Belastung stärker als unter trocken-heiße ein. HIPPEN (1979) meint dazu, daß bei gleichzeitiger starker Reduzierung von Futteraufnahme und Milchleistung der tatsächliche physiologische Bedarf an Trinkwasser sehr wohl rückläufig sein kann. Dagegen wiesen die Tiere mit gesteigerter Wasseraufnahme eine höhere Futteraufnahme und eine höhere Milchleistung auf. Alle drei Autoren konnten bei diesen Tieren aber auch exzessive Wasserverbräuche von bis zu 200 l pro Tag beobachten, ebenso die Neigung mancher Tiere zum Verplanschen des Wassers. Aufgrund von Harndichtebestimmungen meinen die Autoren aber, daß der Großteil des Wassers tatsächlich aufgenommen wurde. Bei erneuter Belastung konnte weiterhin ein schnellerer Anstieg des Wasserverbrauchs als unter erstmaliger Belastung festgestellt werden. BAYER (1979) und HIPPEN (1979) deuten dies als Lerneffekt. Im Klimastallversuch von PASCHKE (1982), der sich über die Dauer einer gesamten Laktationsperiode erstreckte bei gleichbleibenden Bedingungen von  $28^{\circ}\text{C}$  und  $50\%$  relativer Luftfeuchte, erhöhte sich die Wasseraufnahme langsam inner-

halb von fünf Wochen nach Versuchsbeginn um 11% auf ca. 77 l pro Tier und Tag. Gegenüber der Kontrollgruppe, die unter Bedingungen von 18°C und 70% bis 80% relativer Luftfeuchte gehalten wurde, tranken die Tiere, je nach Laktationsstadium, im Durchschnitt 5 l bis 10 l Wasser täglich mehr. Auffällige Reaktionsmuster wie in den Klimakammerversuchen von BAYER (1979), HIPPEN (1979) und BÜNGER (1981) wurden weder von PASCHKE (1982) noch in den Beobachtungen von HOFFMANN und SELF (1973), COWAN et al. (1978) und WINTER (1979) beschrieben, in denen die Versuchstiere unter Feld- bzw. feldähnlichen Bedingungen gehalten wurden. Auch wenn ein direkter Vergleich von Beobachtungen in Klimakammern mit solchen unter Feld- oder feldähnlichen Bedingungen nicht berechtigt erscheint, fallen für das Merkmal Wasseraufnahme die Ergebnisse von PASCHKE (1982) ins Auge. Diese Untersuchung wurde unter ähnlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen wie diejenigen von BAYER (1979), HIPPEN (1979) und BÜNGER (1981) angestellt. Entscheidende Unterschiede waren aber neben der gleichbleibenden, langfristigen und etwas geringeren Klimabelastung die größere Anzahl von Versuchstieren und die längere Dauer des Versuchs von PASCHKE (1982). Beim Vergleich des Trinkverhaltens der Tiere in der Klimakammer, die mit maximal zwei Kühen gleichzeitig belegt war, mit dem der zehn nebeneinander stehenden Kühe im Klimastall, erschienen die Unterschiede zwischen Kammer- und Stallversuch größer als diejenigen zwischen den Klimastall- und den erwähnten Felduntersuchungen. Die Warmstalltiere von PASCHKE (1982) hatten bei Versuchsbeginn eine mindestens zehn Tage dauernde Gewöhnung auch an die klimatischen Versuchsbedingungen hinter sich gebracht, während die Klimakammertiere eine vergleichbare Eingewöhnungszeit, allerdings unter gemäßigten Klimabedingungen, in der Kammer verbracht hatten. Es ist anzunehmen, daß in Verbindung mit der etwas geringeren Belastung im Versuch von PASCHKE (1982) bereits im Verlauf der Gewöhnungszeit vor Versuchsbeginn eine gewis-

se Akklimation stattgefunden hat, so daß auffällige Reaktionen wie in der Klimakammer entweder nur kurzfristig vor Versuchsbeginn oder gar nicht aufgetreten sind. Möglicherweise war in der Abgeschlossenheit der Klimakammer die Betätigung des Tränkhebels eine der wenigen Beschäftigungsmöglichkeiten, die zusätzlich gleichzeitig Kühlung brachte. Auch könnte eine wechselseitige Beeinflussung der beiden jeweiligen Versuchstiere im Sinne der von KOCH (1968) beschriebenen "Trinkstimmung" stattgefunden haben.

Noch auffälliger als die Unterschiede in der Wasseraufnahme unter Labor- bzw. Feldbedingungen sind die stark abweichenden Trinkhäufigkeiten. Während in Klimakammerversuchen schon unter Bedingungen von 20°C und 50% relativer Luftfeuchte durchschnittlich etwa 40 Trinkakte pro Tag registriert wurden, steigerte sich die Trinkaktivität unter Wärmebelastung auf Werte von 55 bis über 70 Trinkvorgänge pro Tag. Auch wenn große individuelle Unterschiede angegeben werden, schien die Tendenz zur deutlichen Erhöhung der Trinkhäufigkeit unter Wärmebelastung relativ einheitlich. In Feldbeobachtungen dagegen konnten COWAN et al. (1978) in Queensland für laktierende Friesian und WINTER (1979) in Bangladesh für Friesian Färsen nur zwei bis drei Trinkvorgänge täglich feststellen. Gründe für diese wesentlichen Unterschiede mögen einmal in der Meß- bzw. Beobachtungstechnik liegen. In den Klimakammerversuchen wurde jedes Niederdrücken des Tränkhebels registriert, bei den Feldversuchen möglicherweise nur der Gang zur bzw. die aus einer gewissen Entfernung beobachtete Benutzung der Tränke ohne Berücksichtigung eingelegter Trinkpausen. Andererseits hält WINTER (1979) die Entfernung zwischen Tier und Tränke für ausschlaggebend. Er erwähnt wiederum auch, daß sich die Tiere bei Bewölkung länger in der Nähe der offen auf der Weide aufgestellten Tränken aufhielten und dann eher aus "thermoregulatori-

schen", spielerischen oder sozialen Gründen tranken als zur Bedarfsdeckung.

Wenn unter Hitzebelastung Trinkwasser ad libitum zur Verfügung steht, scheiden Wiederkäuer Kot und Harn mit vermehrtem Wassergehalt und niedrigeren Konzentrationen an Harnstoff und Elektrolyten aus. In trockenen Jahreszeiten oder wenn wenig Wasser verfügbar ist, setzen Wiederkäuer, die in tropischen, subtropischen und Wüstengebieten heimisch sind, wesentlich wasserärmere und konzentriertere Ausscheidungen ab, wohingegen sie wesentlich mehr Feuchtigkeit über die Hautoberfläche verlieren. Rinderrassen, die aus Gebieten mit gemäßigten Umgebungstemperaturen stammen, sind auffallend wenig dazu in der Lage, unter Wärmebelastung die Wasserausscheidung über Harn und Kot zu reduzieren. Nach Angaben bei BARTHA (1971) ist die höhere Diurese eine Folge der ADH-Hemmung durch gesteigerte Glukocorticoidsekretion, die wiederum eine Folge der Hitzebelastung ist. Nach HAFEZ et al. (1969) setzen Rinder unter Belastung (nicht nur unter Wärmebelastung) häufiger Kot ab, ohne die hierfür typische Körperhaltung einzunehmen, so daß sie sich beschmutzen. McDOWELL (1961) fand eine direkte Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit einerseits und Volumen und Häufigkeit des Harnabsatzes andererseits. In trocken-heiße Umgebung (20% relative Luftfeuchte) setzten Holstein und Jersey Kühe durchschnittlich 3,2-mal innerhalb von 24 Stunden Harn ab, unter feucht-heißen Bedingungen (80% relative Luftfeuchte) aber 12,4-mal innerhalb von 24 Stunden.

Zusammenfassend kann der Einfluß einer Wärmebelastung nur für wenige Verhaltensmerkmale eindeutig beschrieben werden. Schon unter gemäßigten Klimabedingungen bestehen große individuelle Unterschiede in der Reaktion auf Umwelt- und Haltungsbedingungen. Die art- bzw. rasseeigenen, aber auch

individuell unterschiedlichen Möglichkeiten der Anpassung sowie die Vielzahl möglicher Umwelteinflüsse lassen es nicht immer zu, zwischen allgemein gültigem Wissen und versuchsspezifisch gefundenen Ergebnissen zu unterscheiden. Unterschiedliche Meß- und Beobachtungstechniken erschweren Vergleiche zusätzlich. Nichterfassung möglicherweise bedeutender Faktoren, z.B. des Laktationsstadiums, und ungenaue Beschreibung der Versuchsbedingungen lassen Zusammenhänge finden, die sich bei Änderung der Haltung und/oder der Versuchsanordnung eventuell nicht bestätigen lassen. Unklarheit scheint insbesondere nicht nur in den Abhängigkeiten einzelner Verhaltensweisen voneinander und von den Versuchsbedingungen, sondern auch in der Auswertung und Interpretation von Verhaltensbeobachtungen zu bestehen.

## 2. FRAGESTELLUNG

Diese Arbeit ist Teil des Forschungsprogramms im Institut für Tierproduktion der Technischen Universität Berlin, das sich mit Fragen der Adaptations- und Akklimatisationsfähigkeit von Rindern an tropische und subtropische Klimabedingungen beschäftigt. Bisher wurden dazu Dauerbelastungsversuche in der Klimakammer sowie mehrere Feldprojekte durchgeführt. Im Vordergrund standen dabei Untersuchungen über klimabedingte Leistungsdepressionen und physiologische Mechanismen der Thermoregulation sowie das Weideverhalten von Färsen am tropischen Standort. Untersuchungen über ethologische Möglichkeiten der Thermoregulation sind dabei, wie auch aus der Literaturübersicht hervorgeht, bislang nur kurzfristig oder unter kaum vergleichbaren Bedingungen vorgenommen worden.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit ausgewählten ethologischen und physiologischen Merkmalen der Thermoregulation unter gleichmäßiger Wärmebelastung und unter vergleichbaren Haltungsbedingungen. Dabei soll zur Beantwortung folgender Fragen beigetragen werden:

- Welchen Einfluß hat eine langfristige Wärmebelastung auf das Verhalten laktierender Kühe?
- Wie wirkt sich das Laktationsstadium aus?
- Welche Unterschiede bestehen zwischen den Reaktionen der Individuen?
- Können Verhaltensweisen und physiologische Reaktionen unter Wärmebelastung als Thermoregulationsmechanismen betrachtet werden?

### 3. VERSUCHSAUFBAU

#### 3.1 Einrichtung der Klimaställe

Die Untersuchungen wurden in zwei Stallhälften mit kontrollierbaren Klimabedingungen durchgeführt. In jeder Stallhälfte befanden sich je 20 Kurzstände mit Gummimatten und Gitterrosten ohne Einstreu, Anbindevorrichtungen, eine Tripelautomatik mit Schaltuhr für die Kraftfutterzuteilung und Selbsttränkeeinrichtungen mit Wasseruhren.

Tabelle 1: Technische Daten der Klimaställe

|                                                           | Warmstall                                                         | Kaltstall                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Größe                                                     | je 11,90mx9,95mx3,30m                                             |                                                                                                                     |
| Standfläche pro Kuh                                       | je 1,75m (Gumminatte)<br>+ 0,80m (Gitterrost) x 1,00m             |                                                                                                                     |
| Klimatechnik                                              | Heizung mit Überdrucklüftung und 8-fachem stündlichen Luftwechsel | 3-Stufen-Gleichdrucklüftung                                                                                         |
| (Frisch-) Luftdurchsatz                                   | 125 m <sup>3</sup> / GV / Std.                                    | 1. Stufe 60 m <sup>3</sup> /GV/Std.<br>2. Stufe 120 m <sup>3</sup> /GV/Std.<br>3. Stufe 300 m <sup>3</sup> /GV/Std. |
| Klimabedingungen<br>Lufttemperatur<br>Luftfeuchte<br>rel. | kont. 28 ± 1°C<br><br>kont. 55%                                   | kont. 18 ± 2°C<br><br>entsprechend den Außenfeuchten 75-85%                                                         |

### 3.2 Versuchstiere

Es standen insgesamt zehn erstlaktierende Kühe der Rasse Deutsche Schwarzbunte mit einem Holstein-Friesian-Anteil von 50% bis 80% für die Untersuchung zur Verfügung. Mindestens 14 Tage vor ihrer ersten Abkalbung wurden sie in zwei Gruppen zu je fünf Tieren auf die beiden klimatisierbaren Stallhälften verteilt und nebeneinander aufgestellt. Hier verblieben sie bis zum Ende der Laktationsperiode. Neben diesen Tieren befanden sich noch 15 weitere Kühe in jeder Stallhälfte, die jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht beobachtet wurden.

Tabelle 2: Angaben zu den Versuchstieren

| Stallhälfte | Tier-<br>name | Tier-<br>nummer | Geburts-<br>datum | Datum der<br>1. Abkal-<br>bung | 305-Tage-<br>Leistung<br>(kg Milch) |
|-------------|---------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Warm        | Alli          | 21              | 07.05.77          | 30.01.80                       | 5761                                |
|             | Heike         | 22              | 25.01.78          | 10.12.79                       | 3995                                |
|             | Gundel        | 23              | 20.03.77          | 26.12.79                       | 4837                                |
|             | Hetta         | 24              | 10.05.77          | 24.12.79                       | 5381                                |
|             | Gunda         | 25              | 08.11.76          | 19.12.79                       | 5528                                |
|             |               |                 |                   |                                | $\bar{x}$ 5100                      |
| Kalt        | Baby          | 26              | 02.10.77          | 25.12.79                       | 6474                                |
|             | Dina          | 27              | 06.08.77          | 28.01.80                       | 5906                                |
|             | Alma          | 28              | 05.03.77          | 31.12.79                       | 4994                                |
|             | Minne         | 29              | 30.09.77          | 27.02.80                       | 5137                                |
|             | Martha        | 30              | 01.02.78          | 03.02.80                       | 6079                                |
|             |               |                 |                   |                                | $\bar{x}$ 5718                      |

Die Futterration bestand aus den Komponenten Kraftfutter, Heu und Luzernegrünmehl und wurde in Einzelfreßständen verabreicht:

- Kraftfutter: 4 x täglich um 6.<sup>00</sup>, 9.<sup>00</sup>, 14.<sup>00</sup> und 18.<sup>00</sup> Uhr;
- Heu: 2 x täglich um 5.<sup>00</sup> und 13.<sup>00</sup> Uhr;
- Luzernegrünmehl: 2 x täglich um 6.<sup>00</sup> und 14.<sup>00</sup> Uhr je 1 kg pro Tier.

Die Rationsberechnung erfolgte wöchentlich für jedes Einzeltier, wobei die durchschnittliche tägliche Milchleistung der vorangegangenen Woche plus 1 Liter zugrunde gelegt wurde. Hierbei betrug die täglich vorgelegte Heumenge maximal 9,5 kg pro Tier. Um eine vergleichbare Nährstoffversorgung aller Tiere zu ermöglichen, wurden die über oder unter 7 kg liegenden Heumengen mit Kraftfutter im Verhältnis ihres Futterwerts 1:0,6 ausgeglichen.

### 3.3 Versuchsablauf

#### 3.3.1 Durchführung des Vorversuchs

Aus arbeits- und versuchstechnischen Gründen wurde zunächst ein zweiteiliger Vorversuch durchgeführt. Im ersten Abschnitt wurde untersucht, welche Verhaltensmerkmale sich unter den gegebenen Bedingungen bei möglichst geringer Beeinflussung der Versuchstiere im Sinne der Fragestellung dieser Arbeit erfassen ließen. Da eine automatische Registrierungsmöglichkeit für Verhaltensmerkmale in beiden Klimaställen nicht vorhanden war, und außerdem zusätzlich zur numerischen Aktivitätserfassung eine mehr qualitative Darstellung des Geschehens wichtig erschien, wurde die Methode der direkten Beobachtung durch eine Person gewählt. Um die Verteilung von Aktivitäts- und Ruhepausen und deren Beein-

flussung durch die haltungsbedingten Zeitgeber festzustellen, wurde zunächst eine 24-stündige ununterbrochene Beobachtungszeit mit zweimaliger Wiederholung an zehn Tieren pro Stallhälfte angesetzt. Außerdem wurde die Standardisierung der Beobachtungs- und Protokollierungstechnik geübt, da zwei Beobachter erforderlich waren.

Im zweiten Teil des Vorversuchs wurde wie bei den Verhaltensbeobachtungen an jeweils drei Tagen pro Stall getestet, wie oft und in welcher Verteilung innerhalb eines 24-Stunden-Zyklus die Erfassung der physiologischen Merkmale unter den gegebenen Bedingungen möglich ist. Weiterhin wurden Möglichkeiten einer für die nächtlichen Beobachtungen und Messungen unerläßlichen Dämmerbeleuchtung durchgespielt.

Eine statistische Auswertung des Vorversuchs war nicht beabsichtigt. Es sollten lediglich Probleme der Arbeitstechnik und des Aufbaus für den Hauptversuch geklärt und Tendenzen der Verhaltensmerkmale angedeutet werden, so daß hier auf eine weitere Darstellung verzichtet wird.

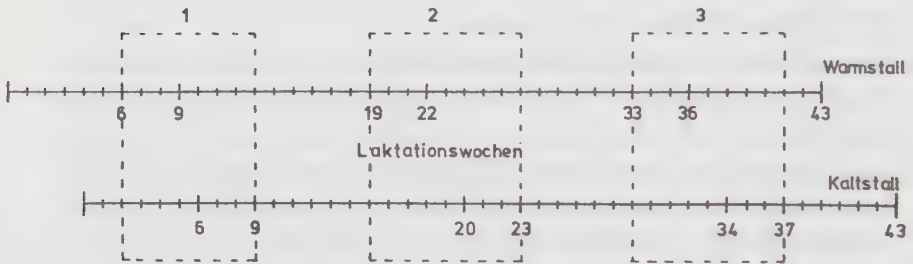
### 3.3.2 Durchführung des Hauptversuchs

#### 3.3.2.1 Zeitlicher Ablauf

Jede der beiden Versuchsgruppen (warm und kalt) wurde im Verlauf der Laktationsperiode in drei Versuchsabschnitten jeweils sechsmal untersucht. Ziel dieser Einteilung war es, in beiden Ställen die Beobachtungen und Messungen in vergleichbaren Leistungsabschnitten der Laktationsperiode durchführen zu können, was durch die im Schnitt drei Wochen später erfolgten Abkalbungen im Kaltstall erleichtert wurde.

Abbildung 1: Übersicht der Versuchseinteilung

Versuchsabschnitte mit je 6 Beobachtungs- und  
je 6 Meßtagen

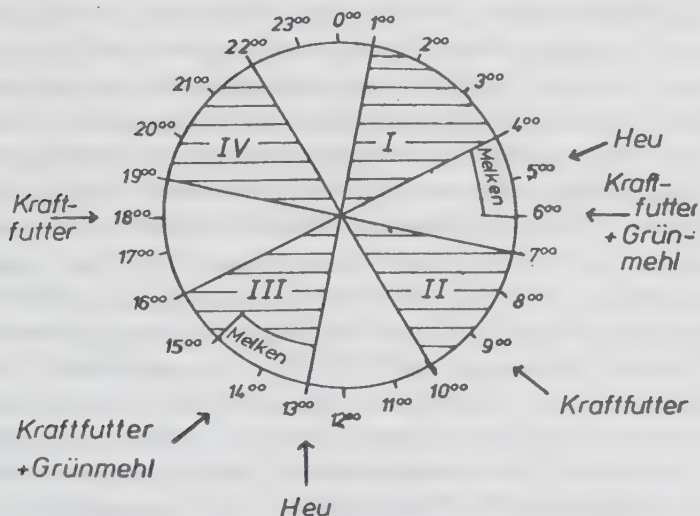


Wie in Abbildung 1 dargestellt, verteilten sich die Untersuchungsabschnitte gleichmäßig über die Laktationsperiode. Die Einteilung der Laktationswochen erfolgte hierbei ausgehend vom jeweiligen zeitlichen Mittel der Abkalbeterminen innerhalb der Ställe. Jeder Versuchsabschnitt enthielt je sechs Beobachtungs- und je sechs Meßtage, wobei die Verhaltensbeobachtungen jeweils an Freitagen und Sonntagen durchgeführt wurden, um Beeinflussungen durch anderweitige Messungen und Stallarbeiten zu vermeiden. Hierdurch ergaben sich für den Beginn des zweiten und dritten Versuchsabschnitts im Kaltstall geringfügige zeitliche Verschiebungen gegenüber dem Warmstall.

Die tägliche Beobachtungszeit wurde nach dem Vorversuch auf vier 3-Stunden-Abschnitte reduziert, die sich gleichmäßig über 24 Stunden verteilten. Der Tagesablauf geht im Einzelnen aus Abbildung 2 hervor.

Abbildung 2: Tagesablauf im Klimastall

*I, II, III, IV Beobachtungsabschnitte*



Diese Einteilung ermöglichte, daß Aktivitätsperioden wie Fütterungs- und Melkzeiten sowie Stallruheperioden erfaßt wurden und das tägliche Beobachtungspensum unter Umständen auch von einer Person bewältigt werden konnte.

Die physiologischen Daten wurden ebenfalls an jeweils sechs Tagen pro Versuchsabschnitt erhoben, wobei die Messungen um 7.<sup>00</sup>, 11.<sup>00</sup>, 15.<sup>00</sup>, 19.<sup>00</sup>, 23.<sup>00</sup> und um 3.<sup>00</sup> Uhr des darauffolgenden Tages vorgenommen wurden. Während des gesamten Versuchszeitraums wurde ein für beide Gruppen einheitliches Lichtprogramm durchgehalten: hell 4.<sup>00</sup> bis ca. 18.<sup>00</sup> Uhr, dunkel ca. 18.<sup>00</sup> bis 4.<sup>00</sup> Uhr. Für die nächtlichen Untersuchungen wurde 20 Minuten vor Beobachtungs- bzw. Meßbeginn eine Dämmerbeleuchtung eingeschaltet, durch die sich die Tiere nicht irritieren ließen.

### 3.3.2.2 Erfassung der Verhaltensmerkmale

Alle Verhaltensmerkmale wurden in 5-Minuten-Intervallen protokolliert. Auch wenn man davon ausgehen kann, daß für die Erfassung der Gesamtdauer von 'major habits' wie Stehen, Liegen, Wiederkauen ein 15- bis 30-Minuten-Intervall hinreichend genau ist, muß für die Beobachtung von durchschnittlichen Dauern und Wechselhäufigkeiten, insbesondere beim Liegeverhalten, sowie für die Feststellung von Merkmalen des Ausscheidungsverhaltens, der Trinkhäufigkeit und des Sozialkontakts ein kürzeres Protokollierungsintervall gewählt werden. Weiterhin spielt die verfügbare Zahl von Tieren und Beobachtern sowie die Form der Datenerfassung eine Rolle. Durch die Entwicklung eines einfachen Protokollschemas wurde es einer Person ermöglicht, alle zu beobachtenden Verhaltensweisen in 5-minütigen Zeitabständen festzuhalten und zusätzlich besondere Beobachtungen in einem Nebenprotokoll zu vermerken. Das Zusatzprotokoll diente insbesondere dazu, Verhaltensweisen zu beschreiben, die entweder nicht im Hauptprotokoll aufgeführt waren oder aufgrund ihrer kurzen Dauer im Hauptprotokoll nicht erfaßt wurden. Ein kurzfristiges Strecken aller Gliedmaßen im Liegen sowie eventuelle Reaktionen der Nachbarinnen wurde z.B. ins Nebenprotokoll aufgenommen, da 'gestreckte Liegehaltung' als Merkmal für das Hauptprotokoll eine Mindestdauer von zwei Minuten aufweisen mußte, um für das 5-Minuten-Intervall repräsentativ zu sein. Außerdem konnten nachfolgende Kettenreaktionen wie Ausweichen der Nachbarin infolge Platzmangel - treten der nächsten liegenden Kuh, die dann aufstand usw. nur im Nebenprotokoll beschrieben werden. Im Hauptprotokoll, das nach Abschluß der Untersuchungen statistisch bearbeitet wurde, wurden folgende Verhaltensmerkmale nach Dauer bzw. Häufigkeit registriert:

Tabelle 3: Erfasste Verhaltensmerkmale und deren Code

|   |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Stehen                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2 | Liegen rechts: untergeschlagene Beine, gestreckter Hals |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3 | Liegen rechts: untergeschlagene Beine, gebogener Hals   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4 | Liegen rechts: gestreckte Beine, gestreckter Hals       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5 | Liegen rechts: gestreckte Beine, gebogener Hals         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6 | Liegen links: untergeschlagene Beine, gestreckter Hals  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7 | Liegen links: untergeschlagene Beine, gebogener Hals    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8 | Liegen links: gestreckte Beine, gestreckter Hals        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9 | Liegen links: gestreckte Beine, gebogener Hals          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|   | Harnabsatz                                              | <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="font-size: 3em; vertical-align: middle; line-height: 1;">}</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; padding-left: 5px;"> eingetragen wird<br/> Häufigkeit / 5 Minuten<br/> in Zahlen </div> </div>           |
|   | Kotabsatz                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|   | Trinkhäufigkeit                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| K | Kraftfutteraufnahme                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| H | Heuaufnahme                                             | <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="font-size: 3em; vertical-align: middle; line-height: 1;">}</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; padding-left: 5px;"> Registrierung durch<br/> Ankreuzen des entsprechenden<br/> Buchstaben </div> </div> |
| W | Wiederkauen                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| S | Sozialkontakt                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| P | Körperpflege                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Während des Vorversuchs wurden folgende Richtlinien für die Erfassung der Verhaltensmerkmale aufgestellt:

**Stehen:** Stehen ohne weitere Aktivität oder Stehen mit zusätzlichen Aktivitäten (entsprechend für dasselbe 5-Minuten-Intervall eingetragen)

**Liegen:** Position nach Code-Nummer 2 bis 9

- untergeschlagene Beine: in den Karpal- bzw. Tarsalgelenken gebeugte und an den Körper herangezogene Extremitäten
- gestreckte Beine: mindestens zwei Extremitäten mit einem Winkel  $> 90^\circ$  in den Karpal- bzw. Tarsalgelenken

- gebogener Hals: Winkel zwischen Kopf und Körperlängsachse  $90^{\circ}$  und größer bis zum Anlehnen des Kopfes an die seitliche Brustwand ohne oder mit Bodenkontakt
- gestreckter Hals: Winkel zwischen Kopf und Körperlängsachse  $< 90^{\circ}$  bis gestreckt, Unterkiefer ohne oder mit Kontakt zum Boden bzw. Futtertrog.

Im Verlauf der Auswertung wurden zur besseren Anschaulichkeit verschiedene Liegehaltungen zu folgenden Begriffen zusammengefaßt:

- Grundhaltung: Code-Nummer 3 und 7
- Zwischenpositionen: Code-Nummer 2, 5, 6 und 9
- gestreckte Seitenlage: Code-Nummer 4 und 8

Trinkvorgang: Niederdrücken des Selbsttränkkontaktes bis zum Entfernen des Flotzmauls vom Tränkbecken; Loslassen des Kontaktes zum Abschlucken von Wasser und anschließend erneutes Niederdrücken wurde nicht erneut gezählt.

Futterraufnahme und Wiederkauen: Unterbrechungen bis zu zwei Minuten blieben unberücksichtigt.

Sozialkontakt: jede versuchte oder gelungene Kontaktaufnahme zu den Nachbarinnen; Berühren der Nachbarin durch Änderung der Liegehaltung wurde z.B. hier nur vermerkt, wenn diese als Stütze für Kopf oder Beine benutzt wurde, sonst Vermerk im Nebenprotokoll.

Körperpflege: Beschäftigung des Tieres mit eigenen Körperpartien oder Stalleinrichtungen, genaue Beschreibung im Nebenprotokoll.

Nach dem dargestellten Code wurden die Merkmale in das Protokollformular wie in Abbildung 3 eingetragen. Wenn eine Verhaltensweise innerhalb des 5-Minuten-Intervalls nicht vorkam, wurde eine 0 geschrieben bzw. der entsprechende Buchstabe nicht angekreuzt. Die Wasseruhren der Selbst-

Tränkeeinrichtungen wurden für jedes Tier getrennt zu Beginn und stündlich während eines Beobachtungsabschnitts abgelesen. Ob und wann vorgelegtes Futter aufgefressen war, wurde im Nebenprotokoll vermerkt.

Abbildung 3: Protokollbeispiel für die Verhaltensbeobachtungen

Verhaltensbeobachtung      Warmstall

Tag: 16.05.80      Temp.: 28°C      rel. Luftfeuchte: 55%

| Kuh    | Wasseruhren | 2. <sup>00</sup> | 2. <sup>05</sup>      | 2. <sup>10</sup> |  |
|--------|-------------|------------------|-----------------------|------------------|--|
| Heike  |             |                  | 6                     |                  |  |
|        |             | K H W<br>S P     | 0 0 0<br>K H X<br>S P | K H W<br>S P     |  |
| Gundel |             |                  | 1                     |                  |  |
|        |             | K H W<br>S P     | 0 1 2<br>K X W<br>S P | K H W<br>S P     |  |

Erläuterung: Im Zeitintervall 2.<sup>05</sup> bis 2.<sup>09</sup> liegt die Kuh Heike auf der linken Seite mit untergeschlagenen Beinen und gestrecktem Hals und kaut wieder. Ihre Nachbarin zur rechten, Gundel, steht, setzt einmal Kot ab, trinkt zweimal und frisst Heu.

### 3.3.2.3 Erfassung der physiologischen Merkmale

Atemfrequenz: Die Erfassung der Atemfrequenz erfolgte durch Beobachtung und Auszählung der Flankenbewegungen über 30 Sekunden.

Herzfrequenz: Die Herzfrequenz wurde durch Palpation der A.radialis oder der A.caudalis mediana über 15 Sekunden ermittelt.

Rektaltemperatur: Zur Messung der Rektaltemperatur wurde das Sekundenthermometer "Thermovit 4400" der Firma Testotherm KG, Lengkirch ca. 7 cm in das Rektum eingeführt und die Endtemperatur abgelesen.

Schwitzrate: Die Schwitzrate wurde mit dem Digitalanzeiger Modell DAL-20 der Firma Novasina A.G., Zürich bestimmt. Die Messung erfolgte nach der von AUER (1980) beschriebenen Methode an drei Körperstellen abwechselnd auf beiden Körperseiten: eine Handbreit hinter dem Schultergelenk und unterhalb der Spina scapulae, auf gleicher Höhe in der Mitte des Rumpfes über den Rippen und eine Handbreit über und hinter dem Kniegelenk. Aus den drei Meßergebnissen, angegeben in  $\Delta$  % relativer Luftfeuchte, wurde ein Mittelwert pro Tier und Tageszeit gebildet.

Hauttemperatur: Die Bestimmung der Hauttemperatur erfolgte wie bei der Rektaltemperatur mit dem Sekundenthermometer. Gemessen wurde an den unter 'Schwitzrate' beschriebenen Körperstellen. Ebenso wurde der Mittelwert angegeben.

### 3.4 Auswertung

Zur statistischen Auswertung der Verhaltensbeobachtungen wurde eine Varianzanalyse mit dem Least-Squares-Program LSML 76 von HARVEY (1977) durchgeführt. Folgende Varianzursachen wurden dabei geprüft:

- Stall
- Laktationsabschnitt
- Tier innerhalb Stall
- Interaktion zwischen Stall und Laktationsabschnitt
- Interaktion zwischen Tier innerhalb Stall und Laktationsabschnitt.

Allen Berechnungen wurde der 12-Stunden-Wert jedes Merkmals zugrunde gelegt (errechnet aus drei mal vier Stunden täglicher Beobachtungszeit), wodurch die Tageszeit bzw. der Beobachtungsabschnitt als Varianzursache ausgeschaltet wurde. Dies erwies sich aufgrund der unregelmäßigen Verteilung des Datenmaterials innerhalb des 3-Stunden-Abschnitts als notwendig, um die Voraussetzungen zur varianzanalytischen Bearbeitung zu erfüllen. Desgleichen konnten auch die Merkmale Kraftfutter- und Heuaufnahme nur innerhalb der Zeitabschnitte 7.<sup>00</sup> bis 10.<sup>00</sup> Uhr und 13.<sup>00</sup> bis 16.<sup>00</sup> Uhr berücksichtigt werden. Der Auswertung lag das folgende gemischte partiell hierarchische Modell (WINER, 1972) zugrunde:

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + t_{j:i} + L_k + (BL)_{ik} + (tL)_{j:ik} + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$  = Beobachtungswert für das jeweilige Merkmal

$\mu$  = Mittelwert für das jeweilige Merkmal

$B_i$  = Einfluß des Stalles bzw. der Behandlung i

$t_{j:i}$  = Einfluß des Tieres j innerhalb der Behandlung i

$L_k$  = Einfluß des Laktationsabschnitts k

$(BL)_{ik}$  = Interaktion zwischen Behandlung i und Laktationsabschnitt k

$(tL)_{j:ik}$  = Interaktion zwischen Tier j innerhalb der Behandlung und dem Laktationsabschnitt k

$e_{ijkl}$  = Restfehler

Die Varianzursache Tier k innerhalb Behandlung i wurde in diesem Modell als zufälliger Effekt betrachtet.

Neben der statistischen Auswertung der Verhaltensbeobachtungen wurden die chronologisch geführten Zusatzprotokolle zur Beschreibung und Interpretation der Verhaltensmerkmale herangezogen.

Die rechnerische Auswertung der begleitend erhobenen physiologischen Daten erfolgte gesondert für jedes Tier durch Ermittlung der jeweiligen Mittelwerte über den gesamten Versuchszeitraum.

#### 4. ERGEBNISSE EIGENER UNTERSUCHUNGEN

##### 4.1 Überblick über die Verhaltensdaten

Bei Betrachtung der Verhaltensdaten entstand zunächst der Eindruck einer unregelmäßigen Verteilung und somit die Frage nach einer geeigneten Auswertungsmethode. Hinzu kam, daß alle Merkmale nur in ganzzahliger Ausprägung erfaßt werden konnten und daher als diskrete Variable zu betrachten sind. Um einen Einblick in die Struktur der Daten zu bekommen, wurde für einige ausgewählte Merkmale eine Residuenanalyse durchgeführt. Zugrunde lagen hierbei die Tageswerte für jedes Tier über den gesamten Versuchszeitraum.

Am Beispiel der Merkmale Harnabsatz und Liegezeit seien zunächst die Abweichungen jedes einzelnen Beobachtungswertes in Form der empirischen standardisierten Residuen (E) dargestellt. In die Berechnung von E gehen einmal die Differenzen der einzelnen Beobachtungswerte vom modellmäßig geschätzten Mittelwert ein als auch die durchschnittliche Streuung der Einzeltierwerte. In den Abbildungen 4 und 5 entsprechen dabei die Nummern der Beobachtungen von 0 bis 90 den Warmstallwerten, die anschließenden Nummern der Beobachtungen von 90 bis 180 den Kaltstallwerten. Innerhalb der Grenzen der jeweiligen Stallwerte entsprechen jeweils 30 Beobachtungen einem Laktationsabschnitt. Die Reihenfolge der Laktationsabschnitte ist entsprechend der Versuchsabschnitte 1, 2, 3 geordnet. Für das Merkmal Harnabsatz zeigt sich im Warmstall über alle drei Laktationsabschnitte eine größere Variabilität gegenüber dem Kaltstall. Bei Betrachtung der Variablen "Liegezeit" ergibt sich ein eher umgekehrtes Bild, wobei aber die Variabilität im ersten Laktationsabschnitt, besonders im Kaltstall, größer als in den übrigen beiden erscheint. Für die übrigen untersuchten Merkmale ließen sich ähnlich unterschiedliche Ausprägungen feststellen, was ins-

gesamt die Heteroskedastizität des Datenmaterials veranschaulicht.

Abbildung 4: Abweichung jedes einzelnen Beobachtungswerts in Form der empirischen standardisierten Residuen (E) für das Merkmal Häufigkeit des Harnabsatzes im Verlauf der Untersuchung.

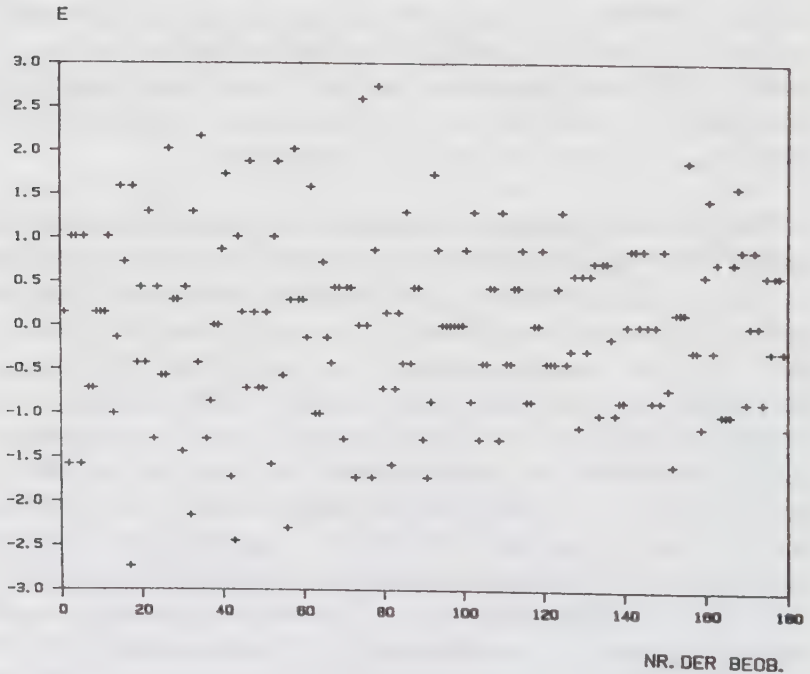
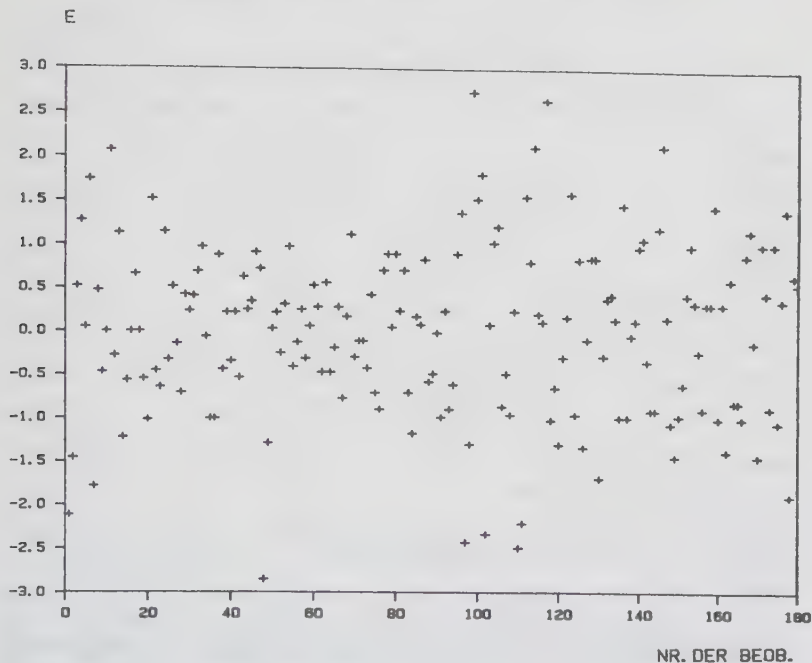
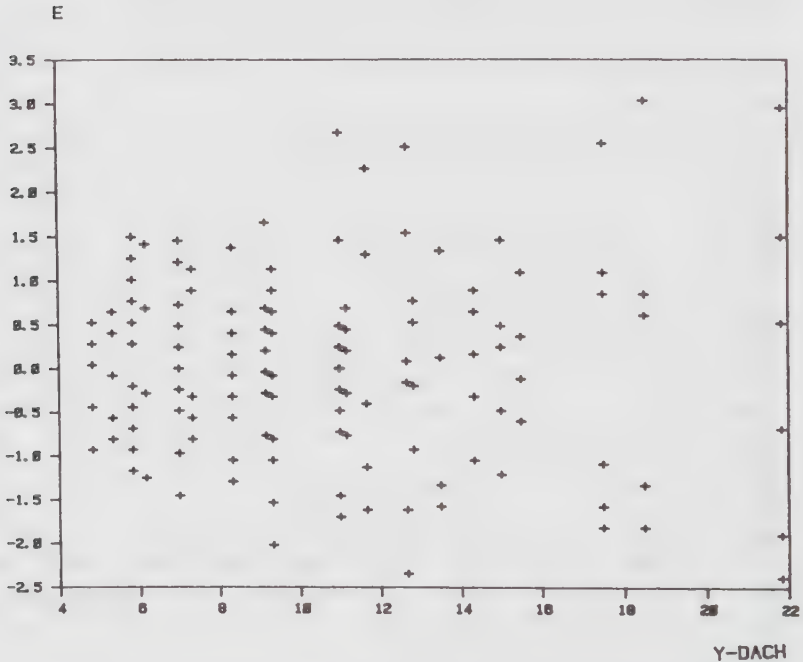


Abbildung 5: Abweichungen jedes einzelnen Beobachtungswerts in Form der empirischen standardisierten Residuen (E) für das Merkmal tägliche Gesamtliegezeit im Verlauf der Untersuchung.



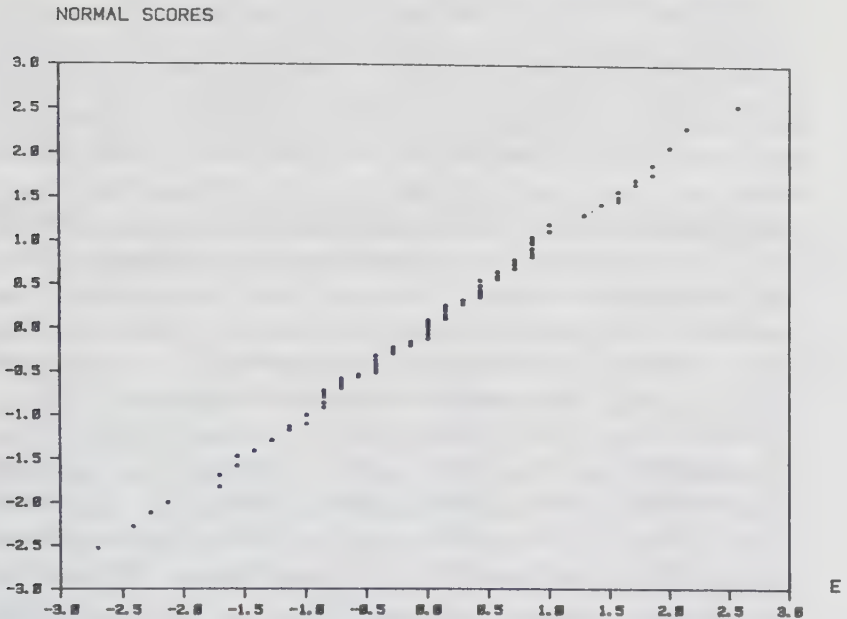
In Abbildung 6 sind am Beispiel des Merkmals Körperpflege die empirischen standardisierten Residuen (E) in Abhängigkeit von Y-Dach aufgetragen. Die Werte von Y-Dach liegen zwischen 4 und 22 (Häufigkeiten der Körperpflege innerhalb 12 Stunden). Diese Darstellungsweise verdeutlicht die Abweichungen einzelner Beobachtungswerte vom jeweiligen modellmäßig geschätzten Mittelwert. Mit größer werdendem Y-Dach nehmen die Abweichungen der einzelnen Beobachtungswerte zu. Die Tendenz zu größeren Abweichungen der Einzelwerte mit wachsendem Y-Dach ließ sich bei den übrigen untersuchten Merkmalen nicht immer erkennen.

Abbildung 6: Empirische standardisierte Residuen (E) in Abhängigkeit vom jeweiligen modellmäßig geschätzten Mittelwert (Y-Dach) für das Merkmal Häufigkeit der Körperpflege innerhalb 12 Stunden.



Die folgende Darstellungsart zeigt die Betrachtung von E nach Einordnung in das Wahrscheinlichkeitspapier, dem das Normalverteilungsgesetz zugrunde liegt. In dieser Abbildung ist als Beispiel das Merkmal Harnabsatz aufgeführt. Es läßt sich erkennen, daß sich die experimentell gewonnenen und mit Hilfe der Reststreuung standardisierten Residuen direkt proportional zu den erwarteten Residuen verhalten. In der Abbildung kommt dies durch eine Gerade mit einem Steigungswinkel von annähernd  $45^\circ$  zum Ausdruck. Die Residuen der übrigen untersuchten Merkmale verhielten sich ähnlich, je-

Abbildung 7: Empirische standardisierte Residuen (E) nach Einordnen in das Wahrscheinlichkeitspapier für das Merkmal Häufigkeit des Harnabsatzes.



doch waren in den oberen und unteren Abschnitten der Geraden Abweichungen zu erkennen, die sich in Abbildung 7 auch für das Merkmal Harnabsatz andeuten. Die Linearität der Geraden blieb aber in weiten Bereichen erhalten.

Abschließend läßt sich bemerken, daß die in dieser Arbeit beschriebenen diskreten Verhaltensmerkmale eine deutliche Heteroskedastizität aufweisen, im allgemeinen aber doch einer Normalverteilung angenähert werden können. Die Bestätigung dieser Ergebnisse durch Untersuchungen an einer größeren Zahl von Tieren als in diesem Versuch wäre wünschenswert, zumal sich diskrete Merkmale statistisch meist nur lückenhaft darstellen lassen.

#### 4.2 Einfluß der Wärmebelastung auf das Verhalten

Vorangestellt sei zunächst der im Verlauf der Untersuchung gewonnene subjektive Gesamteindruck bezüglich des Verhaltens der Tiere in Warm- und Kaltstall. Im Warmstall stand hierbei der Eindruck vermehrter Unruhe und gesteigerter Reaktionsbereitschaft der Versuchstiere im Vordergrund. Hierzu führte einerseits eine verstärkte Bereitschaft der Warmstalltiere, Verhaltensweisen wie z.B. Wiederkauen kurzzeitig und wiederholt zu unterbrechen, sei es durch Aktionen der Nachbarinnen oder Störungen von außen. Weiterhin ließ sich vielfach beobachten, daß angestrebte Verhaltensweisen, die im betreffenden Moment nur kurzdauernd oder gar nicht durchgeführt werden konnten, trotzdem nicht gänzlich aufgegeben wurden. Verwiesen sei hier insbesondere auf das weiter unten beschriebene Liegeverhalten. Die so durch ein Tier hervorgerufene Unruhe pflanzte sich dann nicht selten durch die Reihe der übrigen Versuchstiere fort. Zusätzlich erschienen die Reaktionen der Warmstalltiere neben großen individuellen Unterschieden insgesamt uneinheitlicher. Im Kaltstall ließen sich auffällige Reaktionen eher an bestimmten Tieren beobachten, die sie dann auch für einen größeren Versuchszeitraum beibehielten. Auch beeinflussten hier die Aktivitäten einzelner Tiere seltener das Verhalten der übrigen Kühe dieser Versuchsgruppe.

Der Einfluß der Wärmebelastung auf Gesamtsteh- und Liegezeiten ließ sich bei Zugrundelegen von 12-Stunden-Werten über den gesamten Versuchszeitraum statistisch nicht absichern. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, standen die Tiere in beiden Ställen durchschnittlich 5 Stunden 20 Minuten und lagen durchschnittlich 6 Stunden 40 Minuten innerhalb des 12-Stunden-Zeitraums. Bei Betrachtung des Liegeverhaltens ließ sich der Einfluß der Wärmebelastung ebensowenig absichern. Die Bevorzugung der rechten Liegeseite ließ sich tendenziell

im Kaltstall erkennen, war aber im Warmstall nicht festzustellen. Gestützt auf die in den Zusatzprotokollen festgehaltenen Bemerkungen fiel aber auf, daß die Tiere im Warmstall dahin tendierten, mehr Zeit in der gestreckten Seitenlage und den Zwischenpositionen (d.h. entweder mit gestrecktem Hals oder mit gestreckten Beinen) zu verbringen.

Tabelle 4: Steh- und Liegezeiten innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation (LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal                  | Warmstall        |            | Kaltstall        |            | F-Wert     |
|--------------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------|
|                          | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ |            |
| Stehzeit                 | 319,7            | 15,2       | 321,4            | 15,2       | 0,006 n.s. |
| Liegezeit                | 400,3            | 15,2       | 398,6            | 15,2       | 0,006 n.s. |
| Liegezeit, rechts        | 200,5            | 15,1       | 210,6            | 15,1       | 0,223 n.s. |
| Liegezeit, links         | 199,8            | 13,4       | 188,1            | 13,4       | 0,384 n.s. |
| gestreckte<br>Seitenlage | 9,4              | 2,3        | 6,3              | 2,3        | 0,931 n.s. |
| Grundhaltung             | 235,8            | 26,5       | 241,3            | 26,5       | 0,022 n.s. |
| Zwischenpositionen       | 155,1            | 31,4       | 150,9            | 31,4       | 0,009 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Limitierender Faktor für diese Liegehaltungen war allerdings das Platzangebot, so daß oft ein Beinstrecken nur kurzfristig oder gar nicht möglich war. Dies hatte zur Folge, daß der Versuch oder die tatsächlich gelungene, aber nur sehr kurz dauernde Einnahme dieser Liegehaltungen bei der statistischen Auswertung nur ungenügend berücksichtigt werden

konnte. Um aber den, besonders im Warmstall gewonnenen, subjektiven Eindruck der Unruhe bestätigen zu können, wurden die durchschnittliche Dauer und die Wechselhäufigkeiten von Steh- und Liegevorgängen berechnet.

Tabelle 5: Durchschnittliche Dauer von Steh- und Liegevorgängen innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation (LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal                          | Warmstall        |            | Kaltstall        |            | F-Wert     |
|----------------------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------|
|                                  | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ |            |
| Stehdauer                        | 43,1             | 9,5        | 69,6             | 9,5        | 3,916 n.s. |
| Liegedauer                       | 72,4             | 4,6        | 79,1             | 4,6        | 1,049 n.s. |
| Liegedauer rechts                | 35,6             | 4,0        | 39,1             | 4,0        | 0,374 n.s. |
| Liegedauer links                 | 36,8             | 1,6        | 40,0             | 1,6        | 1,942 n.s. |
| Dauer der gestreckten Seitenlage | 4,9              | 1,1        | 3,7              | 1,1        | 0,548 n.s. |
| Dauer der Grundhaltung           | 35,0             | 4,5        | 38,3             | 4,5        | 0,265 n.s. |
| Dauer der Zwischenpositionen     | 32,5             | 4,2        | 37,1             | 4,2        | 0,564 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha \leq 0,05$

\*\* :  $\alpha \leq 0,01$

\*\*\* :  $\alpha \leq 0,001$

Tabelle 6: Häufigkeit von Stehen und verschiedenen Liegehaltungen innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation (LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal                  | Warmstall<br>$\bar{x}$ (Häufig-<br>keit) $S\bar{x}$ |     | Kaltstall<br>$\bar{x}$ (Häufig-<br>keit) $S\bar{x}$ |     | F-Wert     |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|------------|
| Stehen                   | 6,4                                                 | 0,9 | 4,2                                                 | 0,9 | 2,923 n.s. |
| Liegen                   | 7,0                                                 | 0,9 | 5,0                                                 | 0,9 | 2,358 n.s. |
| Liegen rechts            | 3,3                                                 | 0,6 | 2,5                                                 | 0,6 | 1,026 n.s. |
| Liegen links             | 3,6                                                 | 0,4 | 2,4                                                 | 0,4 | 4,180 n.s. |
| gestreckte<br>Seitenlage | 1,4                                                 | 0,3 | 0,8                                                 | 0,3 | 1,551 n.s. |
| Grundhaltung             | 13,0                                                | 0,9 | 11,4                                                | 0,9 | 1,559 n.s. |
| Zwischenpositionen       | 12,4                                                | 1,5 | 11,1                                                | 1,5 | 0,353 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Die durchschnittliche Dauer eines Stehvorgangs war im Warmstall deutlich kürzer als im Kaltstall, die durchschnittliche Liegedauer unterschied sich nur andeutungsweise. Die Warmstalltiere wechselten aber zwischen Stehen und Liegen innerhalb 12 Stunden häufiger als die Kaltstalltiere. Die sich bei Betrachtung der Gesamtliegezeiten andeutende Tendenz zur Bevorzugung der rechten Liegeseite im Kaltstall ließ sich hier nicht bestätigen. Das Ablegen erfolgte in beiden Ställen auf beide Körperseiten gleich häufig, und die Dauer der Liegeperioden war für jede Seite gleich lang.

Wie beim Vergleich der Gesamtzeiten für die einzelnen Liegehaltungen zeigten auch hier die Warmstalltiere die Tendenz, die gestreckte Seitenlage häufiger einzunehmen und länger durchzuhalten als die Kaltstalltiere, was aber bei den Zwischenpositionen nicht zum Ausdruck kam.

Tatsächlich wurde aber, insbesondere im Warmstall, häufiger als aus Tabelle 6 ersichtlich, sowohl zwischen Stehen und Liegen als auch zwischen einzelnen Liegehaltungen gewechselt. Im Verlauf von Stallruhezeiten, in denen die Tiere längere Liegeperioden einlegen konnten, ließ sich beobachten, daß Kühe aufstanden, den Rücken zunächst nach oben zur Stalldecke, danach nach unten hin durchdrückten, Kot absetzten und sich sogleich wieder niederlegten, meist auf die andere Körperseite. In Einzelfällen erfolgte dieser Seitenwechsel durch unvollständiges Aufstehen. Die Kuh erhob sich auf ihre Karpalgelenke, richtete sich hinten soweit auf, daß die Klauen bei angewinkelten Hinterbeinen eben auf dem Boden fußen konnten, und ließ sich auf die andere Körperseite hinüberrollen. Das Bestreben bzw. die kurzdauernde Einnahme von Zwischenpositionen und gestreckter Seitenlage konnte an einigen Versuchstagen doppelt so oft festgestellt werden. In den meisten Fällen spielte hierbei das Intervenieren einer oder beider Nachbarinnen eine Rolle.

Es konnte immer wieder beobachtet werden, daß bestimmte Kühe ihre Nachbarin dazu brachten, die gerade eben ausgestreckten Extremitäten wieder anzuwinkeln und an den Bauch heranzuziehen. Dieses wurde durch Stöße meist mit den Hörnern, seltener mit dem Flotzmaul, oder durch Tritte an Rücken bzw. Bauch, Euter, Zitzen und Klauen der gestreckt liegenden oder sich gerade 'breitmachenden' Nachbarin bewerkstelligt. Zwei Tiere, jeweils eine im Warm- und Kaltstall, die auffallend oft dieser Behandlung ausgesetzt waren, zeigten bisweilen daraufhin eine spagatartige Stellung der gestreckten Hinter-

beine, wobei das untenliegende dicht an den Bauch herangezogen wurde, während das obere fast in Verlängerung der Körperlängsachse nach hinten bis an den Rand des Gitterrostes geschoben wurde. Eine andere Reaktion dieser beiden Tiere bestand darin, bei angewinkelten Beinen leicht hin- und herzurollen. Diese Manöver endeten meist damit, daß die getretenen Tiere aufstanden und die Nachbarin sich nun niederlegte. Einige Kühe streckten manchmal im Liegen ein Vorderbein, selten beide Vorderbeine über den Trogrand und ließen die Klauen in den Trog hängen, was aber nicht lange durchgehalten wurde. Hinterbeine wurden auch kurzfristig gestreckt in die Luft gehalten oder auf dem Rücken der ebenfalls liegenden Nachbarin abgestützt, die dieses manchmal mehrere Minuten lang duldete.

Verschiedentlich war festzustellen, daß eine stehende Kuh auf ihrem Standplatz hin- und hertrippelte mit gelegentlichem Einknicken in den Karpalgelenken. Dieses Verhalten wird in der Literatur als beginnendes Ablegen beschrieben. Es konnte aber in den beobachteten Fällen nicht ausgeführt werden, da beide Nachbarinnen des trippelnden Tieres so dicht nebeneinander lagen, daß sie sich manchmal berührten. In einem Fall dauerte dieser Zustand eine Stunde lang, bis eine der Nachbarinnen sich erhob und das immer noch trippelnde mittlere Tier sich hinlegen konnte. Andere Kühe ließen sich nach einer Weile in den schmalen Raum zwischen die beiden liegenden Nachbarinnen fallen, standen aber sofort wieder auf, manchmal zusammen mit einer oder beiden Nachbarinnen. Die hier beginnende Unruhe pflanzte sich bisweilen durch die Reihe der angebundenen Kühe fort, so daß nun mehrere Tiere aufstanden. Andererseits machten Tiere Aufstehversuche, die aber mißlangen, da sie zwischen einer Nachbarin und Teilen der Stalleinrichtung eingekeilt waren. In einigen seltenen Fällen konnte auch pferdeartiges Aufste-

hen beobachtet werden, d.h. die Tiere streckten erst vollständig die Vorderbeine, bevor sie sich hinten erhoben.

Während des ersten Versuchsdurchgangs reagierten die Tiere, besonders im Warmstall, teilweise heftig auf Zusammenstöße mit dem Kuhtrainer, der individuell ca. 10 cm über dem Widerrist angebracht war. Dieser Kontakt kam meist beim Rückenstrecken nach Beendigung oder zwischen zwei Liegeperioden zustande. Die Reaktionen reichten von kaum wahrnehmbarem Zittern der berührten Hautstelle über schockartiges Zusammenzucken des ganzen Körpers mit nachfolgendem plötzlichen Kotabsatz bis zu Ausweichbewegungen durch in die Kniegehen und Nachhintenspringen verbunden mit lautem Schnauben. Sofern die Tiere vorher mit Wiederkauen, Sozialkontakt oder Körperpflege beschäftigt waren, wurde dieses abrupt abgebrochen. In den folgenden Versuchsdurchgängen und wenn der Kontakt durch vorbereitendes Aufkrümmen der Wirbelsäule zu Harn- oder Kotabsatz zustande kam, waren Reaktionen nur schwach oder gar nicht erkennbar.

Eine Beeinflussung der Freßzeiten durch die Wärmebelastung konnte nicht festgestellt werden. Die Kraftfutterraufnahme erfolgte etwa mit der gleichen Geschwindigkeit, mit der das Futter über die Tripelautomatik zugeteilt wurde, so daß nach einer Laufzeit von 10 bis 12 Minuten pro Fütterung in der Regel auch die vorgelegte Kraftfuttermenge verzehrt war. Wenn jedoch einige Tiere gelegentlich etwas langsamer fraßen oder Freßpausen einlegten, versuchten die Nachbarinnen, die ihre Ration schon gefressen hatten, mit der Zunge unter der zwischen den Trögen angebrachten Trennwand her das Kraftfutter zu erreichen. Im ersten Versuchsdurchgang konnte bei mehreren Tieren noch eine durch eingelegte Freßpausen verzögerte Kraftfutterraufnahme im Zeitabschnitt 13.<sup>00</sup> bis 16.<sup>00</sup> beobachtet werden, was aber wohl auf das gleichzeitig stattfindende Melken zurückzuführen ist.

Tabelle 7: Merkmale der Futteraufnahme innerhalb der Zeitabschnitte 7.<sup>00</sup>-10.<sup>00</sup> und 13.<sup>00</sup>-16.<sup>00</sup> Uhr während der 1. Laktation (LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal              | Warmstall                       |            | Kaltstall                       |            | F-Wert     |
|----------------------|---------------------------------|------------|---------------------------------|------------|------------|
|                      | $\bar{x}$ (Min.;<br>Häufigkeit) | $S\bar{x}$ | $\bar{x}$ (Min.;<br>Häufigkeit) | $S\bar{x}$ |            |
| Kraftfutteraufnahme: |                                 |            |                                 |            |            |
| Gesamtfreßzeit       | 26,4                            | 0,8        | 26,1                            | 0,8        | 0,111 n.s. |
| Dauer                | 11,4                            | 0,4        | 11,6                            | 0,4        | 0,088 n.s. |
| Häufigkeit           | 2,3                             | 0,1        | 2,3                             | 0,1        | 0,164 n.s. |
| Heuaufnahme:         |                                 |            |                                 |            |            |
| Gesamtfreßzeit       | 82,8                            | 2,8        | 87,7                            | 2,8        | 1,532 n.s. |
| Dauer                | 22,9                            | 1,5        | 25,0                            | 1,5        | 0,978 n.s. |
| Häufigkeit           | 4,2                             | 0,3        | 4,0                             | 0,3        | 0,287 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

- \* :  $\alpha < 0,05$
- \*\* :  $\alpha < 0,01$
- \*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Geringfügige Unterschiede ließen sich bei der Gesamt- und der durchschnittlichen Freßzeit für Heu feststellen, beide Werte lagen im Warmstall etwas niedriger. Diese Aussage muß aber unter Berücksichtigung des im Versuchsbetrieb üblichen Futterregimes gesehen werden, nach dem den Warmstalltieren aufgrund ihrer meist geringeren täglichen Milchleistung weniger Futter als den Kaltstalltieren vorgelegt wurde.

Vor den in Abbildung 2 (Kap. Versuchsaufbau) dargestellten Futterzuteilungen wurde das von der vorangegangenen Fütte-

rung übriggelassene Heu entfernt. Nach Verteilung der neuen Rationen begannen aber auch die Tiere, die vorher nicht aufgefressen hatten, zusammen mit den anderen Kühen, die nichts übriggelassen hatten, erneut mit der Heuaufnahme. Diese Beobachtung läßt vermuten, daß innerhalb der Gruppe eine der Trinkstimmung vergleichbare Freßstimmung existiert.

Gelegentlich konnte, besonders bei einem Warmstalltier, gesehen werden, daß nach der Zuteilung in die Raufen ein großer Teil des Heus auf den Boden gezerzt wurde und dann vom Boden gefressen wurde. Hieran beteiligten sich dann auch die Nachbarinnen, die dann zunächst ihr eigenes Heu in den Raufen unberührt ließen. Wenn eine Kuh ihr Heu weitgehend verzehrt hatte, die Nachbarinnen aber noch am Fressen waren, konnte regelmäßig und in beiden Ställen beobachtet werden, daß dieses Tier versuchte, Heu von den Nachbarinnen zu fressen, und es ihnen sogar aus dem Maul zog. Dieses Verhalten ist möglicherweise auf noch vorhandene und durch anhaltendes Fressen der Nachbartiere weiter unterstützte Freßstimmung zurückzuführen.

Im Verlauf des nachmittäglichen Beobachtungsabschnittes wurde nach der Zuteilung etwa eine halbe Stunde lang mehr oder weniger intensiv Heu gefressen, allerdings mehrmals durch Melkarbeiten unterbrochen. Dann begann sich eine Trinkphase einzuschleichen, bei der zunächst einige Tiere die Heuaufnahme gelegentlich unterbrachen bis schließlich alle Tiere vom Heufressen zum Trinken übergingen. An die Kraftfutteraufnahme um 14.<sup>00</sup> Uhr, an der sich alle Tiere beteiligten, schloß sich eine kurzdauernde, aber intensive Trinkphase an. Danach begannen einige Tiere wieder zögernd mit der kombinierten Heu- und Wasseraufnahme, bei der besonders die Warmstalltiere die Portion Heu, an der sie gerade kauten, in die Selbsttränke tauchten und dann fraßen. Manchmal wurde auch nach einem Trinkvorgang nicht alles aufgenom-

mene Wasser abgeschluckt, die Tiere ließen es dann über das auf dem Boden verstreute Heu rinnen. Gegen Ende der nachmittäglichen Beobachtungszeit legten sich die meisten Tiere nieder und begannen wiederzukauen, gleichgültig ob noch Heu vorhanden war oder nicht.

Die Gesamtwiederkauzeit innerhalb 12 Stunden betrug im Warmstall 3 Stunden 40 Minuten, im Kaltstall 3 Stunden 54 Minuten. In beiden Ställen wurden davon 62% liegend verbracht. Die Warmstalltiere lagen dabei zu 60% auf der linken Körperseite, während die Kaltstalltiere keine Liegeseite bevorzugten. Wie in Tabelle 9 zu sehen ist, tendierten die Tiere im Warmstall dazu, mehr in den Zwischenpositionen und sogar kurzfristig in der gestreckten Seitenlage wiederzukauen. Diese Verhaltensweise konnte einige Male nachts beobachtet werden, sie dauerte aber nie länger als 3 Minuten.

Wie aus Tabelle 8 hervorgeht, war die durchschnittliche Dauer einer Wiederkauperiode im Warmstall geringfügig kürzer als im Kaltstall, die Anzahl der Kauperioden war im Warmstall etwas höher.

Zu den wenigen Merkmalen, bei denen sich der Einfluß der Wärmebelastung statistisch absichern ließ, gehörten Trinkhäufigkeit und Wasserverbrauch. Wie in Tabelle 10 zu sehen ist, wurde im Warmstall innerhalb 12 Stunden mehr als doppelt so oft getrunken wie im Kaltstall.

Tabelle 8: Merkmale des Wiederkauverhaltens innerhalb  
12 Stunden während der 1. Laktation  
(LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal                   | Warmstall        |            | Kaltstall        |            | F-Wert     |
|---------------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------|
|                           | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ |            |
| Gesamtzeit<br>Wiederkauen | 221,9            | 10,8       | 234,3            | 10,8       | 0,659 n.s. |
| davon im:                 |                  |            |                  |            |            |
| Stehen                    | 83,3             | 12,2       | 88,8             | 12,2       | 0,101 n.s. |
| Liegen                    | 138,6            | 12,1       | 145,5            | 12,1       | 0,162 n.s. |
| Liegen rechts             | 54,9             | 9,8        | 68,2             | 9,8        | 0,925 n.s. |
| Liegen links              | 83,7             | 8,7        | 77,3             | 8,7        | 0,268 n.s. |
| Wiederkaudauer            | 23,8             | 1,4        | 27,7             | 1,4        | 3,542 n.s. |
| Häufigkeit                | 9,4              | 0,4        | 8,6              | 0,4        | 2,022 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Allerdings liegen die Werte in beiden Ställen erheblich über den in der Literatur angegebenen Zahlen für die Trinkhäufigkeit, die sich meist sogar auf einen Zeitraum von 24 Stunden beziehen. Eine Erklärung hierfür liegt zunächst in der im Kapitel Versuchsaufbau gegebenen Definition des Trinkvorgangs. Andere Autoren haben wahrscheinlich das häufig vorkommende kurzfristige Wegdrehen des Kopfes von der Tränke nicht als Unterbrechung des Trinkvorgangs gewertet, sondern, sofern die Untersuchungen während des Weidegangs stattfanden, erst das endgültige Wegtreten des Tieres von der Tränke als Beendigung des Trinkvorgangs angesehen. Die hier ange-

Tabelle 9: Wiederkauzeit in verschiedenen Liegehaltungen innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation (LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal            | Warmstall        |            | Kaltstall        |            | F-Wert     |
|--------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------|
|                    | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ | $\bar{x}$ (Min.) | $S\bar{x}$ |            |
| Wiederkauzeit in:  |                  |            |                  |            |            |
| gestr. Seitenlage  | 1,5              | 0,5        | 0,1              | 0,5        | 3,806 n.s. |
| Grundhaltung       | 70,4             | 12,0       | 80,5             | 12,0       | 0,342 n.s. |
| Zwischenpositionen | 66,7             | 16,6       | 64,9             | 16,6       | 0,006 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

nommene Definition erwies sich zur anschaulicheren Beschreibung des Trinkverhaltens im Warmstall als sinnvoll. Die Warmstalltiere tranken generell in kleineren Schlucken und nahmen häufig andere Tätigkeiten nebenbei auf. So konnte innerhalb eines 5-minütigen Protokollabschnitts wiederholt für ein Tier bis zu acht Trinkvorgänge, Sozialkontakt zur Nachbarin sowie Kotabsatz registriert werden. Wenn dagegen ein Kaltstalltier trank, nahm es in wenigen Schlucken, meist ohne Unterbrechung, bis zu 10,7 l Wasser auf. Dann war die Trinkphase beendet, und das Tier nahm u.U. erst Stunden später erneut Wasser zu sich. Vorwiegend im Warmstall konnte auch häufig beobachtet werden, daß ein Tier, das seit einiger Zeit Ablegeversuche unternahm, aber aus Platzmangel oder durch Intervenieren der Nachbarin am endgültigen Niederlegen gehindert wurde, wiederholt kleine Schlucke Wasser zu sich

Tabelle 10: Merkmale des Trinkverhaltens innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation  
(LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal         | Warmstall                     |            | Kaltstall                     |            | F-Wert   |
|-----------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|----------|
|                 | $\bar{x}$ (Häufigkeit; Liter) | $S\bar{x}$ | $\bar{x}$ (Häufigkeit; Liter) | $S\bar{x}$ |          |
| Trinkhäufigkeit | 33,6                          | 4,2        | 15,7                          | 4,2        | 8,948 *  |
| Wasserverbrauch | 36,5                          | 1,9        | 27,8                          | 1,9        | 10,962 * |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

nahm, bevor es einen neuerlichen Versuch machte. Ein Kaltstalltier in der gleichen Situation dagegen nahm eher durch Hornstöße oder Tritte Kontakt zur Nachbarin auf.

Aufgrund der unregelmäßigen Verteilung der Daten innerhalb des 3-Stunden-Beobachtungsabschnitts konnte auch für die Trinkhäufigkeit die Tageszeit als Varianzursache nicht berücksichtigt werden. Es ließen sich aber deutliche Trinkphasen im Anschluß an die Fütterung und nach längeren Liegeperioden feststellen. Während die Kaltstalltiere in den nächtlichen Beobachtungsabschnitten selten tranken, tendierten die Warmstalltiere eher dazu, ihr Trinkmuster (häufige kleine Schlucke) auch nachts beizubehalten.

Der Wasserverbrauch war unter Wärmebelastung ebenfalls signifikant höher, aber nicht in gleichem Maße wie die Trinkhäufigkeit. Es muß allerdings angemerkt werden, daß die tatsächlich aufgenommene Wassermenge nicht mit dem Wasserverbrauch identisch ist. Vorwiegend im Warmstall wurde der

Tränkkontakt manchmal solange betätigt, bis das Wasser über die Standfläche zu den Gitterrosten lief. Die Tiere versuchten dann, sich auf die nassen Gummimatten zu legen. Hierbei rutschten sie allerdings meistens aus, und es entstand erhebliche Unruhe im Stall. Da dieses Verhalten ebenfalls, wenn auch seltener, im Kaltstall beobachtet werden konnte, ist zu vermuten, daß diese Planscherei nicht nur aus thermoregulatorischen, sondern auch aus spielerischen Gründen erfolgte.

Zum Ausscheidungsverhalten wurden nur die Häufigkeit von Harn- und Kotabsatz untersucht. Die Warmstalltiere setzten innerhalb 12 Stunden häufiger Harn ab als die Kaltstalltiere. Dies ist aber bei Berücksichtigung von erhöhter Trinkfrequenz und aufgenommener Wassermenge verständlich.

Tabelle 11: Merkmale des Ausscheidungsverhaltens innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation  
(LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmale   | Warmstall<br>$\bar{x}$ (Häufig- $S\bar{x}$<br>keit) |     | Kaltstall<br>$\bar{x}$ (Häufig- $S\bar{x}$<br>keit) |     | F-Wert     |
|------------|-----------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|------------|
| Harnabsatz | 4,3                                                 | 0,6 | 3,0                                                 | 0,6 | 2,704 n.s. |
| Kotabsatz  | 8,3                                                 | 0,6 | 6,2                                                 | 0,6 | 5,405 *    |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Zunächst überraschend erschien der signifikant häufigere Kotabsatz im Warmstall. Da hier ein Zusammenhang zum Trink-

verhalten bzw. zur Futteraufnahme nicht zu vermuten war, erschien es sinnvoll, die Situationen, in denen Kot abgesetzt wurde, näher zu betrachten. Gegen Ende einer Liegeperiode, manchmal noch im Liegen, meist aber direkt nach dem Aufstehen, wurde regelmäßig Kot abgesetzt. Ebenso wirkten Zeitgeber wie das morgendliche Lichteinschalten und das Anspringen der Kraftfutteranlage sowie besonders im ersten Versuchsdurchgang der Kontakt mit dem Kuhtrainer. Geräusche innerhalb und außerhalb des Stalles, Türen schlagen, Hochgetrieben werden durch den Melker oder die Nachbarin hatten ebenfalls meist spontanen Kotabsatz zur Folge. Auch SCHLOETH (1958) beobachtete, daß Rinder im Erregungszustand öfter kleine Portionen Kot absetzten. Wenn man nun die Wärmebelastung als eine Art Dauerstressor ansieht, durch den die Reizschwelle für Reaktionen auf andere äußere Einflüsse herabgesetzt wird, kann der häufige Kotabsatz im Warmstall als Ausdruck der Erregungslage der Tiere verstanden werden.

Beobachtungen zum Sozialverhalten lassen sich im Anbindestall nur in sehr begrenztem Umfang anstellen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Sozialkontakt und Körperpflege zunächst nur berücksichtigt, um Informationen darüber zu gewinnen, wie sich die Tiere im Verlauf von Stallruhezeiten beschäftigen. Deshalb wurde auch die Definition des Merkmals Sozialkontakt sehr weit gefaßt und nicht näher unterteilt. Im Verlauf der Untersuchung entstand aber der Eindruck, daß sich Auseinandersetzungen zwischen benachbarten Kühen deutlich auf das Steh- und Liegeverhalten von Einzeltieren auswirkten.

Tabelle 12: Häufigkeiten des Sozial- und Komfortverhaltens innerhalb 12 Stunden während der 1. Laktation (LSQ-Mittelwerte:  $\bar{x}$ , Standardfehler  $S\bar{x}$  und F-Werte).

| Merkmal       | Warmstall          |                  | Kaltstall          |                  | F-Wert     |
|---------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|------------|
|               | $\bar{x}$ (Häufig- | $S\bar{x}$ keit) | $\bar{x}$ (Häufig- | $S\bar{x}$ keit) |            |
| Sozialkontakt | 4,4                | 0,6              | 4,2                | 0,6              | 0,108 n.s. |
| Körperpflege  | 12,0               | 1,6              | 8,8                | 1,6              | 1,903 n.s. |

Signifikanzgrenzen: n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Auf die Häufigkeit von Kontakten zwischen Nachbarinnen hatte die Wärmebelastung keinen Einfluß. Aus den Aufzeichnungen in den Zusatzprotokollen ging jedoch hervor, daß der Kontakt im Warmstall meist in Auseinandersetzungen um Platz zum Niederlegen bzw. Beinstrecken bestand. Einige Male trieb ein stehendes Tier die liegende Nachbarin durch Hornstöße gegen die Schulter hoch, obwohl diese Kuh soweit entfernt lag, daß sie gerade eben mit den Hornspitzen berührt werden konnte. Rängeleien dieser Art konnten im Kaltstall erheblich seltener beobachtet werden; auch schienen sie hier nicht so lange zu dauern. Wenn ein stehendes Tier anfang, auf der Standfläche hin und her zu trippeln, zogen die liegenden Nachbarinnen meist die Beine an, und das Tier konnte sich niederlegen. Andernfalls ließ es sich einfach fallen. Sofern Platz genug war, blieben alle liegen, wenn nicht, stand eines der Tiere auf.

Infolge der geringen Standbreite kam es oft zu Körperkontakt bei nebeneinanderliegenden Kühen, was im Warmstall zu teilweise heftigen Abwehrbewegungen führte. Im Kaltstall hingegen legten die Tiere manchmal eines ihrer gestreckten Beine auf den Bauch bzw. Rücken der ebenfalls liegenden Nachbarin, oder sie stützten ihren Kopf auf Schulter oder Widerrist des Nebentieres. Beides wurde meist eine Weile geduldet. Im allgemeinen schienen die Kaltstalltiere mehr 'Interesse' an ihren Nachbarinnen zu haben, so daß der Kontakt zu verschiedenen Gelegenheiten aufgenommen wurde. Es hatte manchmal den Anschein, als ob es zum Zeitvertreib geschähe.

Häufiger als im Kaltstall wurde im Warmstall Körperpflege betrieben. Hierbei stand das Belecken aller erreichbaren Körperpartien im Vordergrund. Mehrmals konnte beobachtet werden, daß einige Tiere heftig den Kopf an der Anbindekette entlang auf und nieder bewegten. Möglicherweise diente dieses Verhalten als Ersatz für das Scheuern der Wamme und der Halsseiten, was manchmal an den zwischen den Trögen angebrachten Trennwänden versucht wurde. Bedingt durch die Anbindehaltung waren aber insgesamt die Möglichkeiten zur Körper- und auch zur sozialen Hautpflege sehr beschränkt. Vor allem der Versuch, hintere Körperpartien zu erreichen, führte meist zu einiger Unruhe im Stall. Verschiedentlich rutschten die Tiere hierbei aus, oder sie gerieten in die nächste Umgebung der Nachbarin, aufgrund deren Reaktionen der Versuch dann meist abgebrochen wurde.

Zusammenfassend sei die Diskrepanz zwischen subjektivem Eindruck und statistischen Ergebnissen hervorgehoben. Aufgrund des subjektiven Eindrucks wurden zunächst auch statistisch größere Unterschiede im Verhalten zwischen den Ställen erwartet. Diese waren jedoch nur für das Trinkverhalten und das Merkmal Kotabsatz nachzuweisen. Unterschiede im Steh- und Liegeverhalten und für das Liegeverhalten beim

Wiederkauen ließen sich beobachten, statistisch aber nicht bestätigen. Die Warmstalltiere wiesen kürzere Stehperioden auf und tendierten während der Liegephasen dahin, mehr Zeit in der gestreckten Seitenlage und in den Zwischenpositionen zu verbringen. Der zu Beginn des Kapitels beschriebene Gesamteindruck vermehrter Unruhe im Warmstall zeigte sich u.a. im vermehrten Wechsel der Tiere zwischen Stehen und Liegen sowie zwischen einzelnen Liegehaltungen. Einzelbeobachtungen hierzu und nachfolgende Reaktionen der Nachbarinnen wurden beschrieben. Weiterhin ließen sich im Warmstall teilweise mehr Aktivitäten pro Zeiteinheit beobachten als im Kaltstall, gekennzeichnet durch häufiges Unterbrechen und Wiederaufnehmen von im allgemeinen länger dauernden Verhaltensweisen wie Fressen und Wiederkauen und Zwischenschieben von einigen Trinkvorgängen sowie kurzzeitiger Aufnahme von Sozialkontakt. Der Sozialkontakt der Warmstalltiere insgesamt hatte gegenüber dem der Kaltstalltiere eher konkurrierenden Charakter, der sich meist in Auseinandersetzungen um mehr Liegefläche äußerte. Der Einfluß der Wärmebelastung ließ sich somit einerseits an Maßnahmen zu vermehrter Kühlung (Trinkverhalten) und vermehrter Wärmeabgabe (Platzbedürfnis) und andererseits an gesteigerter Reaktionsbereitschaft, vermehrter Unruhe und Erregungszustand (Kotabsatz) der Warmstalltiere erkennen.

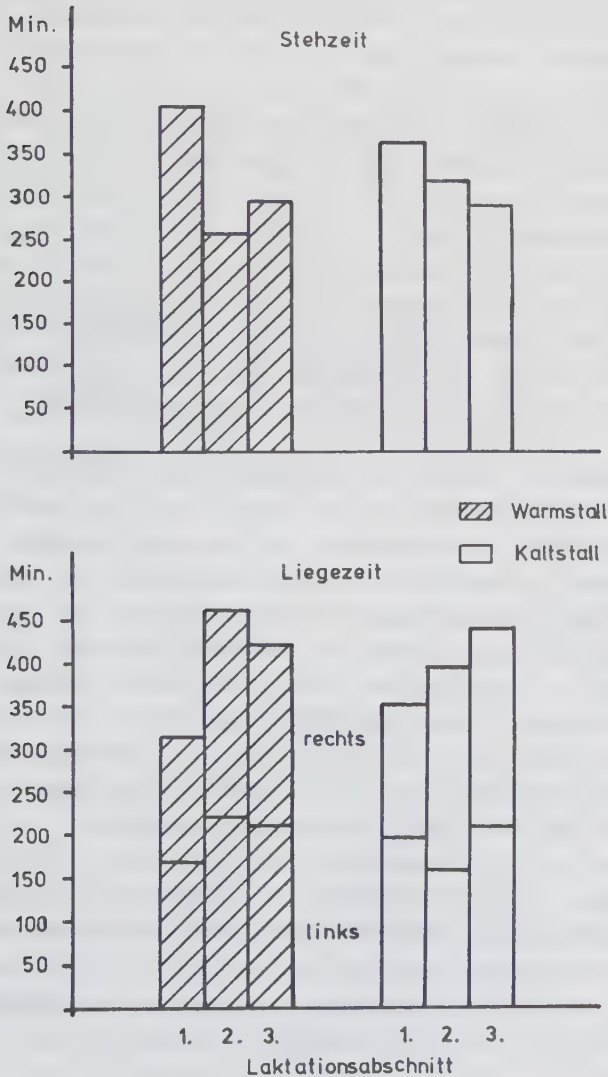
#### 4.3 Einfluß des Laktationsabschnitts auf das Verhalten

Unter dem Begriff 'Einfluß des Laktationsabschnitts' wurden verschiedene Faktoren zusammengefaßt, die in der vorliegenden Untersuchung nicht näher untersucht wurden bzw. Gegenstand anderer Arbeiten waren (u.a. PASCHKE, 1982). So gingen hier die Höhe der Milchleistung und die daran orientierte Zusammenstellung der Futterration ein. Im ersten Laktationsabschnitt spielte möglicherweise noch die Gewöhnung an die

Stallhaltung und das Management eine Rolle, da die Färsen von der Weide weg angekauft worden waren. Für die Tiere, die in den Warmstall verbracht wurden, kam zusätzlich zur allgemeinen Adaptation noch die Akklimation an die Wärmebelastung hinzu. Es war anzunehmen, daß diese Vorgänge sich zumindest im ersten Laktationsabschnitt bemerkbar machten. Inwieweit die Umstellung von der Sommer- auf die Winterzeit, die in den dritten Laktationsabschnitt im Kaltstall fiel, einen Einfluß auf das Verhalten ausübte, war kaum festzustellen. Lediglich bei der mittäglichen Heufütterung war zu beobachten, daß die Tiere langsamer fraßen, häufiger Pausen einlegten und muhten. Ob dieses Verhalten als Warten auf die während der Sommerperiode zu diesem Zeitpunkt erfolgende Kraftfutterausgabe anzusehen war, ist allerdings nur eine Vermutung. Zur vorangegangenen Umstellung von der Winter- auf die Sommerzeit wurden keine Beobachtungen angestellt, da die Zeitumstellung in der Versuchspause zwischen erstem und zweitem Abschnitt stattfand.

Es bleibt festzustellen, daß der Einfluß des Laktationsabschnitts statistisch gesehen weitaus größer als der Einfluß der Wärmebelastung war. Innerhalb der beiden Ställe zeichnete sich aber im Verlauf der Laktationsperiode eine unterschiedliche Entwicklung für die untersuchten Funktionskreise ab.

Abbildung 8: Steh- und Liegezeiten in Warm- und Kaltstall innerhalb 12 Stunden im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Das Verhältnis Gesamtstehzeit/Gesamtliegezeit betrug im Kaltstall zunächst annähernd 1:1 und veränderte sich im Verlauf der folgenden Laktationsabschnitte kontinuierlich um etwa 44 Minuten zugunsten der Liegezeit. Im Warmstall dagegen war die Stehzeit im ersten Laktationsabschnitt länger. Im zweiten Abschnitt verschob sich das Verhältnis Stehzeit/Liegezeit auf die Seite der Liegezeit, was auch im dritten Abschnitt annähernd beibehalten wurde. Hierzu trug die in Abbildung 9 dargestellte Verlängerung der einzelnen Liegeperioden, besonders im zweiten Laktationsabschnitt, bei. Möglicherweise spielte hier das Liegeverhalten einzelner Tiere eine Rolle, die vorwiegend im ersten Laktationsabschnitt durch Einnahme der gestreckten Seitenlage soviel Liegeplatz beanspruchten, daß den Nachbarinnen nur wenig oder kein Platz zum Niederlegen zur Verfügung stand. Verwiesen sei hier auf Einzelbeobachtungen im Abschnitt 4.4.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung gewöhnten sich die Tiere dann an die räumliche Enge, vor allem nach Auseinandersetzungen untereinander, an den ihnen jeweils von der Nachbarin zugestandenen Liegeplatz und auch an die jeweils möglichen Liegehaltungen. Die allgemein zu beobachtende Tendenz zur Verlängerung der Liegezeit mag nach anfänglicher Gewöhnung nicht nur der Tiere aneinander, sondern auch an Stallhaltung, Fütterung und Management durch Ermüdungserscheinungen, bei den Kaltstalltieren eventuell auch durch erneute Trächtigkeit, durch Erhöhung des Heuanteils in der Ration und damit verlängerter Wiederkauzeit, vor allem im Liegen, sowie im Warmstall möglicherweise auch durch die gegenüber der Lufttemperatur niedrigere Temperatur des Stallbodens hervorgerufen worden sein. Gelegentliche Messungen am Gummimattenbelag mit dem sonst zu Bestimmung der Haut- und Rektaltemperatur benutzten Sekundenthermometer ließen aber keine nennenswerten Temperaturunterschiede erkennen.

Das Verhältnis der beiden Liegeseiten blieb im Warmstall über den gesamten Versuchszeitraum hinweg ausgeglichen. Unerklärlicherweise bevorzugten die Kaltstalltiere im zweiten Laktationsabschnitt die rechte Liegeseite, was sich aber bei weiterer Betrachtung des Liegeverhaltens nicht bestätigen ließ.

Wie in Abbildung 9 zu sehen ist, war die durchschnittliche Stehdauer im Warmstall in allen drei Versuchsabschnitten kürzer als im Kaltstall. Während sie sich im Kaltstall von Abschnitt zu Abschnitt verringerte, war im Warmstall im zweiten und dritten Abschnitt eher ein Einpendeln bei knapp 40 Minuten pro Stehvorgang festzustellen. Die Entwicklung der durchschnittlichen Liegedauer verlief in beiden Ställen gleichartig, wobei in allen Abschnitten das Niveau im Warmstall geringfügig unter dem des Kaltstalls lag. In beiden Ställen war die Liegedauer im zweiten Abschnitt länger als im ersten und nahm im dritten mittlere Werte an.

Abbildung 9: Durchschnittliche Dauer eines Steh- bzw. Liegevorgangs in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)

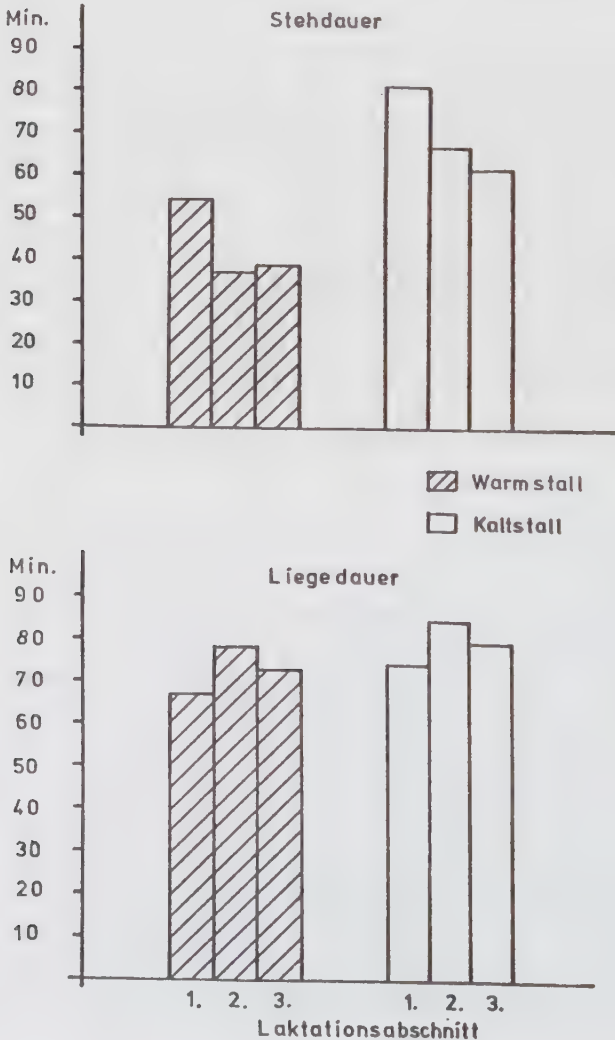
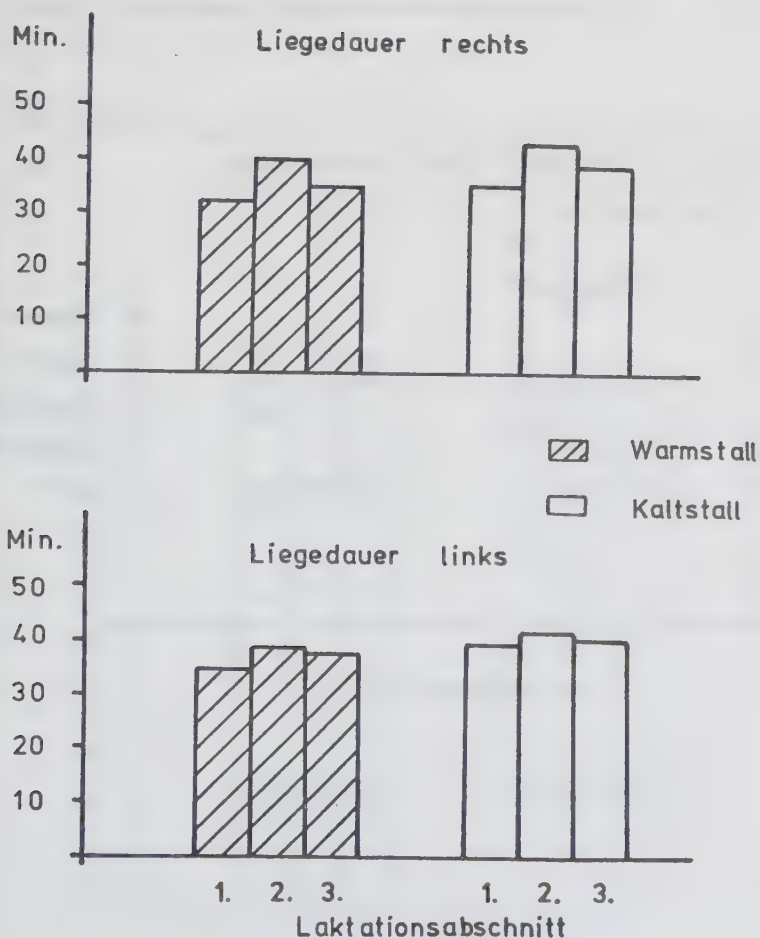
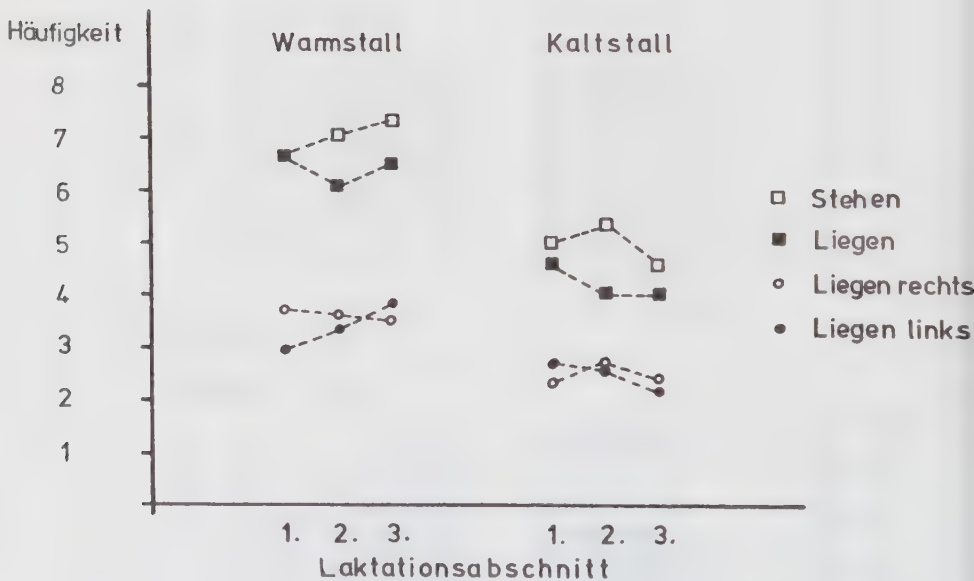


Abbildung 10: Durchschnittliche Dauer eines Liegevorgangs auf der rechten und der linken Körperseite in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



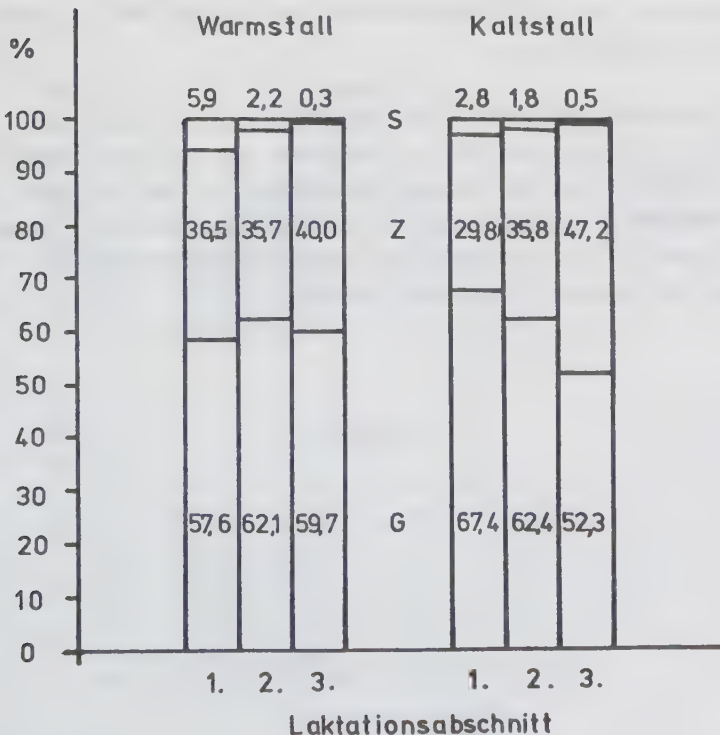
Die Körperseite spielte bei der durchschnittlichen Liegedauer keine Rolle. Das Verhältnis der Dauer Liegen rechts/Liegen links änderte sich in beiden Ställen nur geringfügig, wobei im zweiten Abschnitt rechts, in den beiden anderen links unbedeutend länger gelegen wurde.

Abbildung 11: Häufigkeit von Stehen und Liegen in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Die Häufigkeit des Wechsels zwischen Stehen und Liegen zeigte im Warmstall besonders gegen Ende der Laktation eine steigende Tendenz, die vor allem durch häufigeres Ablegen verursacht wurde. Hierbei legten sich die Tiere nach anfänglicher Bevorzugung der linken Körperseite im dritten Laktationsabschnitt eher auf die rechte Seite. Im Kaltstall war die Tendenz, ebenfalls im dritten Abschnitt, leicht gegenläufig. Die Tiere wechselten seltener zwischen Stehen und Liegen; die Bevorzugung einer Körperseite ließ sich über alle drei Abschnitte nicht erkennen.

Abbildung 12: Anteile (%) der gestreckten Seitenlage (S), der Zwischenpositionen (Z) und der Grundhaltung (G) an der Gesamtlichezeit in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Deutlicher dagegen war der Einfluß des Laktationsabschnitts sowie der Interaktion zwischen Stall und Laktationsabschnitt auf die verschiedenen Liegehaltungen. Die prozentualen Anteile der einzelnen Liegehaltungen an der Gesamtliegezeit sind in Abbildung 12 aufgeführt. Der Anteil der gestreckten Seitenlage war im Warmstall im ersten Abschnitt doppelt so hoch wie im Kaltstall, verringerte sich dann im Verlauf der Laktation in beiden Ställen und war gegen Ende des Versuchs wiederum in beiden Ställen verschwindend klein. Ähnlich verhielten sich die Tiere in Bezug auf die durchschnittliche Dauer und die Häufigkeit des Vorkommens der gestreckten Seitenlage, wobei die Dauer allerdings erst im dritten Abschnitt merklich kürzer war. Die Anteile der Zwischenpositionen und der Grundhaltung veränderten sich im Warmstall nur geringfügig, während im Kaltstall eine stetige Zunahme des Anteils der Zwischenpositionen auf Kosten der Grundhaltung zu beobachten war.

Die durchschnittliche Dauer der Zwischenpositionen nahm im Verlauf der Laktation zu, im Warmstall vor allem im zweiten, im Kaltstall erst im dritten Abschnitt, in dem sie auch von den Kaltstalltieren auffallend häufiger eingenommen wurden. Die Warmstalltiere zeigten ein anderes Reaktionsmuster, das im zweiten Abschnitt deutlich wurde.

**Abbildung 13:** Durchschnittliche Dauer der gestreckten Seitenlage (S), der Zwischenpositionen (Z) und der Grundhaltung (G) in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)

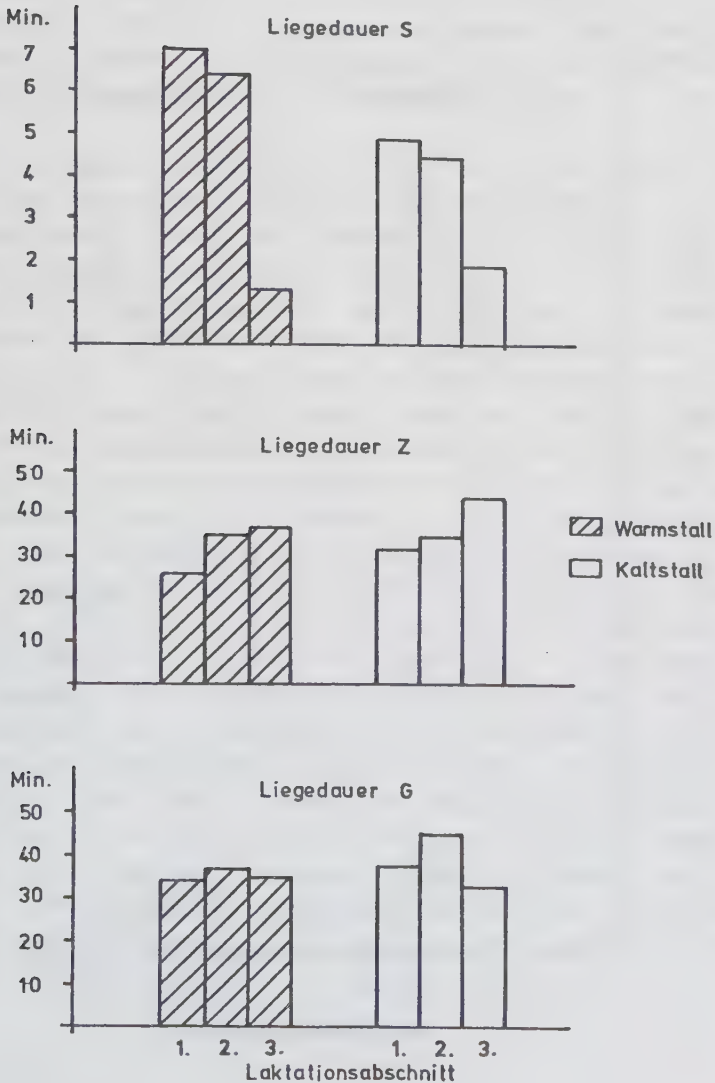
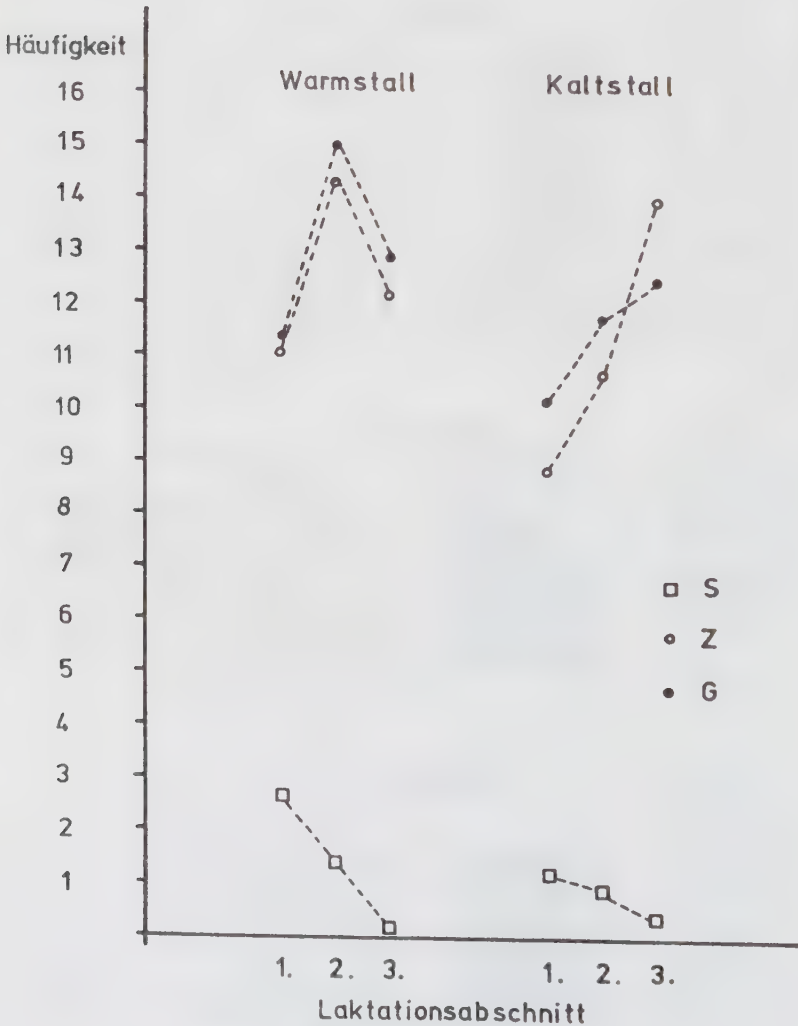


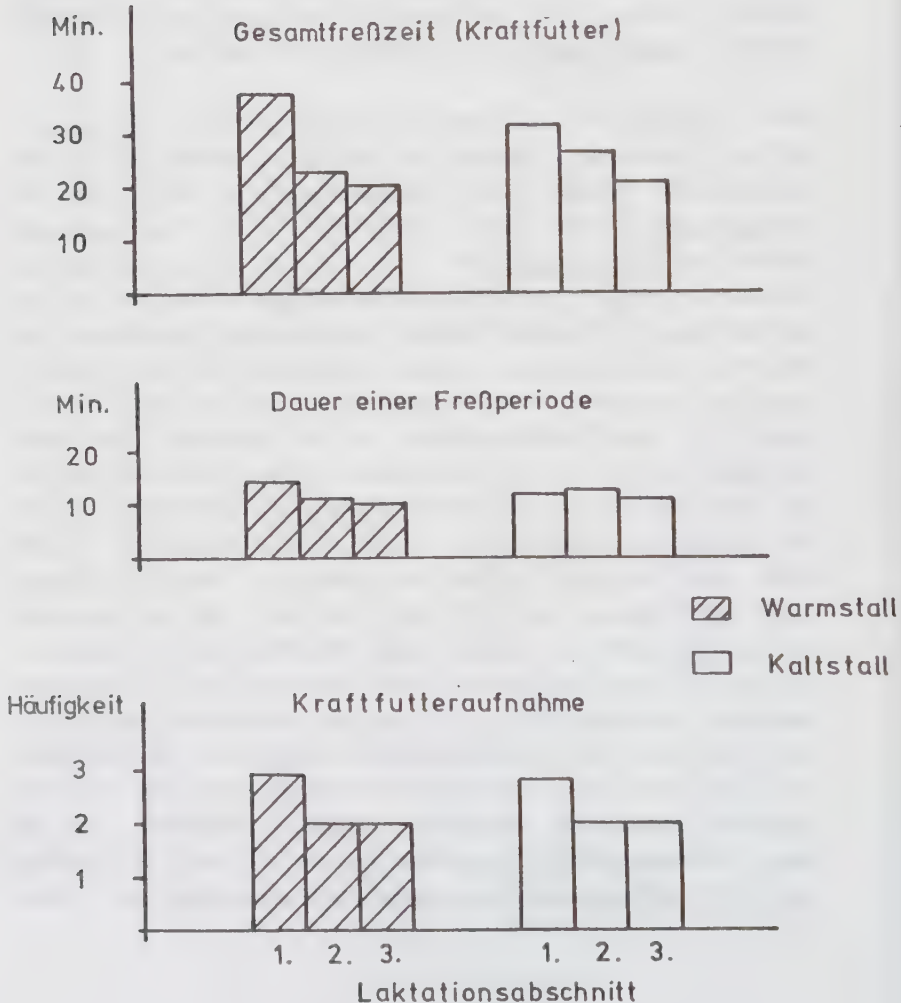
Abbildung 14: Häufigkeit der Einnahme von gestreckter Seitenlage (S), Zwischenpositionen (Z) und Grundhaltung (G) in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



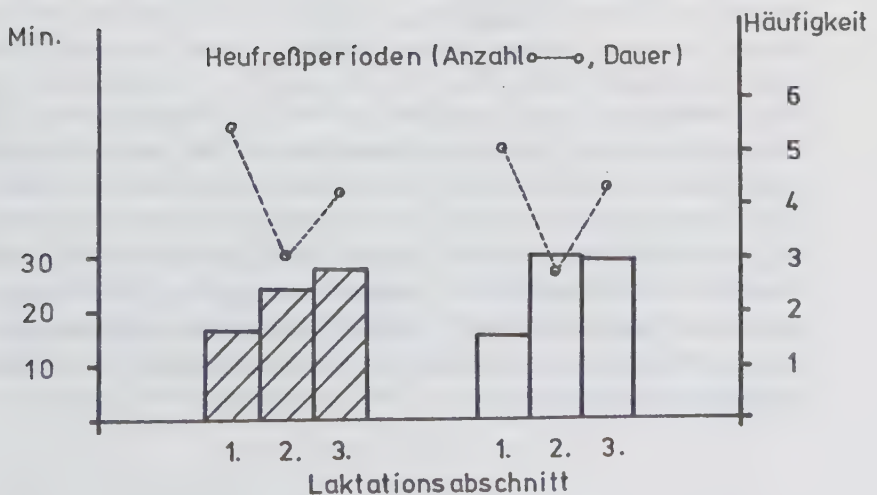
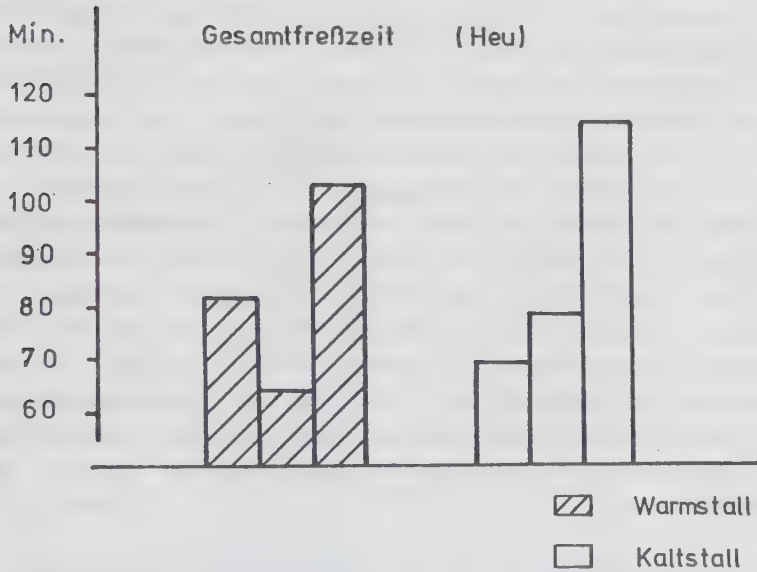
Während das Vorkommen der gestreckten Seitenlage seltener beobachtet werden konnte, stieg zunächst die Häufigkeit von Zwischenpositionen und Grundhaltungen, näherte sich aber im dritten Abschnitt wieder den Ausgangswerten. Das Vorkommen der Grundhaltung im Kaltstall nahm dagegen langsam von Abschnitt zu Abschnitt zu. Die Dauer der Grundhaltung blieb im Warmstall während des gesamten Versuchszeitraums annähernd gleich, während sie im Kaltstall vom zweiten zum dritten Abschnitt um durchschnittlich 12 Minuten abnahm.

Unter Vernachlässigung des sich im Verlauf der Laktationsperiode ändernden Anteils von Heu und Kraftfutter an der Gesamtration ließen sich Veränderungen in Bezug auf das Freßverhalten feststellen. Besonders die Gesamtfreßzeit sowohl für Kraftfutter als auch für Heu lag im Warmstall während des ersten Laktationsabschnitts über den Werten für den Kaltstall. Hierbei fraßen die Warmstalltiere beide Futterarten durchschnittlich etwas länger und häufiger. Möglicherweise spielte hier die Gewöhnung an die Fütterung im Stall, vor allem in Kombination mit der erhöhten Umgebungstemperatur, eine Rolle. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, daß sich der jeweilige Anteil an Heu und Kraftfutter an der Milchleistung orientierte, wobei davon ausgegangen werden kann, daß diese im Verlauf des gesamten Versuchszeitraums unter der Leistung der Kaltstalltiere lag. Es kann angenommen werden, daß der relativ hohe Heuanteil in der Ration in Konkurrenz zum von PASCHKE (1982) beobachteten Futterwahlverhalten gestanden hat, nach dem die Tiere unter Wärmebelastung zu einer für sie energetisch günstigeren rohfaserräreren Ration streben, hierfür aber einer längeren Umgewöhnungszeit bedürfen. Weiterhin wäre zu überlegen, ob ein unter Wärmebelastung verminderter Appetit dazu beigetragen hat, daß die Warmstalltiere langsamer, aber häufiger fraßen.

Abbildung 15: Gesamtfreßzeit, durchschnittliche Dauer einer Freßperiode und Häufigkeit der Aufnahme von Kraftfutter in Warm- und Kaltstall innerhalb der Zeitabschnitte 7.<sup>00</sup> - 10.<sup>00</sup> Uhr und 13.<sup>00</sup> - 16.<sup>00</sup> Uhr im Verlauf der 1. Laktation (6-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



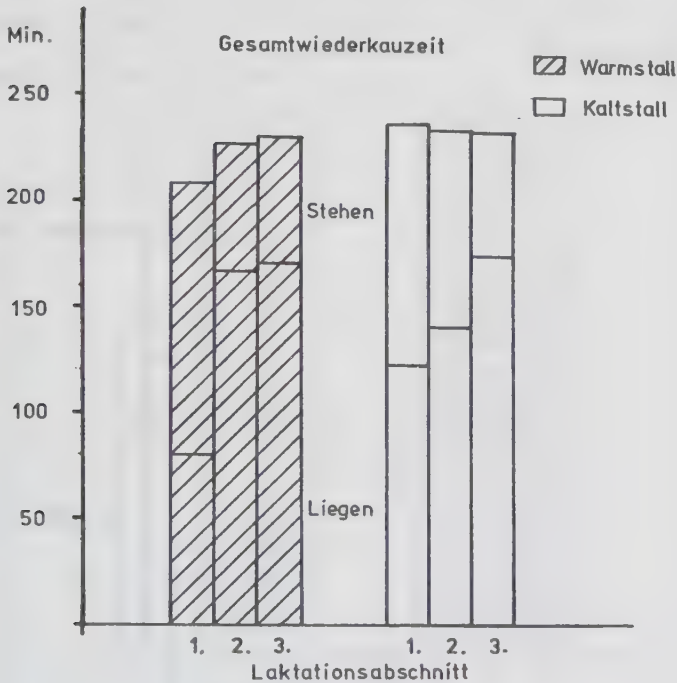
**Abbildung 16:** Gesamtfreßzeit, durchschnittliche Dauer einer Freßperiode und Häufigkeit der Aufnahme von Heu in Warm- und Kaltstall innerhalb der Zeitabschnitte 7.<sup>00</sup> - 10.<sup>00</sup> Uhr und 13.<sup>00</sup> - 16.<sup>00</sup> Uhr im Verlauf der 1. Laktation (6-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Auch die Freßzeit für Heu nahm im zweiten Abschnitt im Warmstall deutlich ab, näherte sich aber im dritten wieder dem Kaltstallwert. Die durchschnittliche Dauer der Kraftfutterfreßperioden entwickelte sich im Warmstall ähnlich der Gesamtfreßzeit, während die Kaltstalltiere im zweiten Abschnitt zunächst die durchschnittliche Freßdauer geringfügig erhöhten. Bis hierher waren sowohl der Einfluß des Laktationsabschnitts als auch der Interaktion zwischen Stall und Laktationsabschnitt statistisch signifikant. Auf die durchschnittliche Dauer der Heufreßperioden und die Freßhäufigkeiten für beide Futterarten ließ sich der Einfluß der Interaktion statistisch nicht absichern. Die Warmstalltiere verlängerten im Verlauf der Laktation die Dauer der Heufreßperioden schrittweise auf etwa 28 Minuten im dritten Abschnitt, während die Kaltstalltiere schon im zweiten Abschnitt die Freßdauer auf 30 Minuten verdoppelten. Bei Betrachtung der Freßhäufigkeit fiel auf, daß in beiden Ställen im zweiten Laktationsabschnitt die Anzahl der Freßperioden für Heu deutlich unter den Werten der beiden anderen Abschnitte lag.

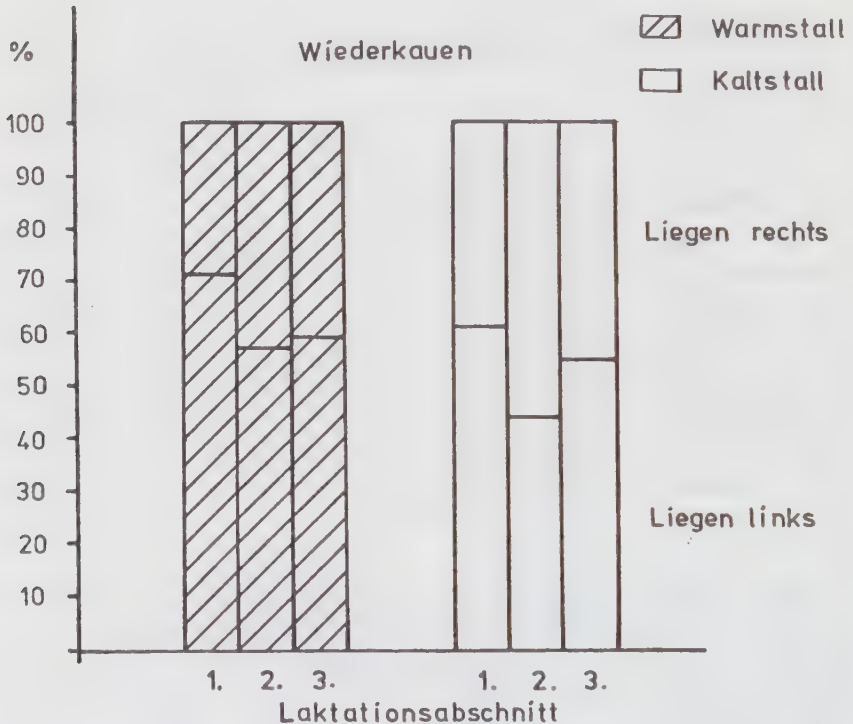
Trotz des im Verlauf der Laktationsperiode steigenden Heuanteils an der täglichen Futterration hielten die Kaltstalltiere ihre Gesamtwiederkauzeit innerhalb 12 Stunden über die ganze Laktation hinweg nahezu konstant, wobei sie den Anteil der im Liegen verbrachten Wiederkauzeit von anfänglich 52% über 60% im zweiten Abschnitt auf 75% gegen Ende der Laktation steigerten. Die Gesamtwiederkauzeit der Warmstalltiere lag zunächst um 18 Minuten unter dem Kaltstallwert, näherte sich diesem aber im zweiten und dritten Abschnitt. Auffallend war, daß die Warmstalltiere zu Beginn der Laktation nur 38% der Wiederkauzeit im Liegen verbrachten, im zweiten Abschnitt aber schon 73%. Hierbei bevorzugten die Warmstalltiere, besonders im ersten Laktationsabschnitt, die linke Körperseite.

Abbildung 17: Gesamtwiederkauzeit sowie Wiederkauzeit im Stehen und Liegen in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



In den folgenden Laktationsabschnitten verringerten die Kaltstalltiere ihre Kraftfutterfreßzeit kontinuierlich, während die Freßzeit für Heu besonders vom zweiten zum dritten Abschnitt deutlich zunahm. Hier könnte ein Zusammenhang mit den sich ändernden Anteilen von Heu und Kraftfutter an der Gesamtration vermutet werden. Die Warmstalltiere dagegen verringerten die Gesamtfreßzeit für Kraftfutter schon im zweiten Abschnitt annähernd auf die Werte, die die Kaltstalltiere erst gegen Ende der Laktationsperiode erreichten.

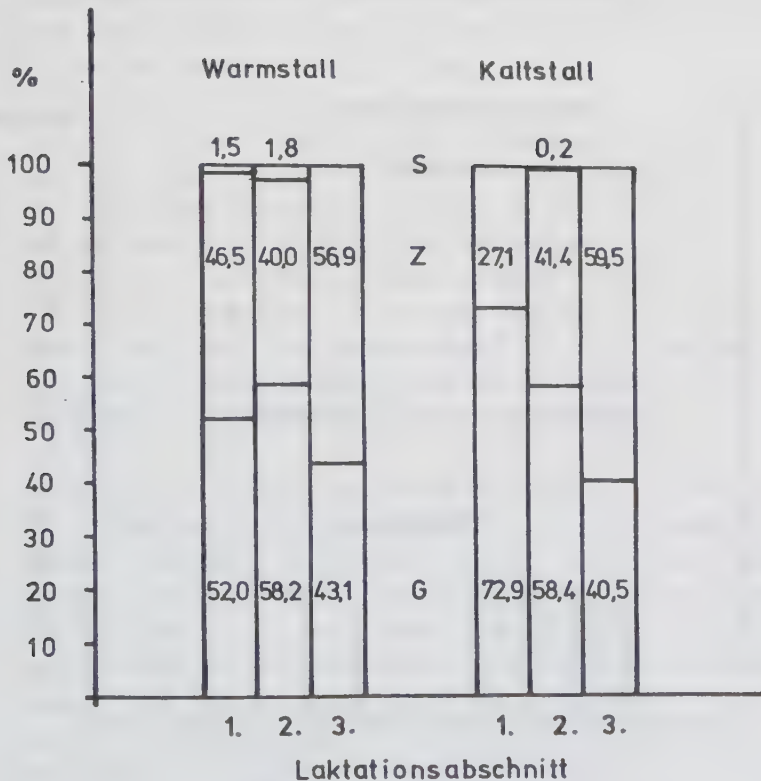
Abbildung 18: Anteile (%) der rechten bzw. linken Liegeseite an der im Liegen verbrachten Wiederkauzeit in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Andeutungsweise konnte dies auch im Kaltstall festgestellt werden, allerdings nur zu Beginn der Laktation. Wie in Abbildung 19 zu sehen ist, verbrachten die Warmstalltiere in den ersten beiden Abschnitten noch bis zu 2% ihrer Wiederkauzeit im Liegen in der gestreckten Seitenlage. Im dritten

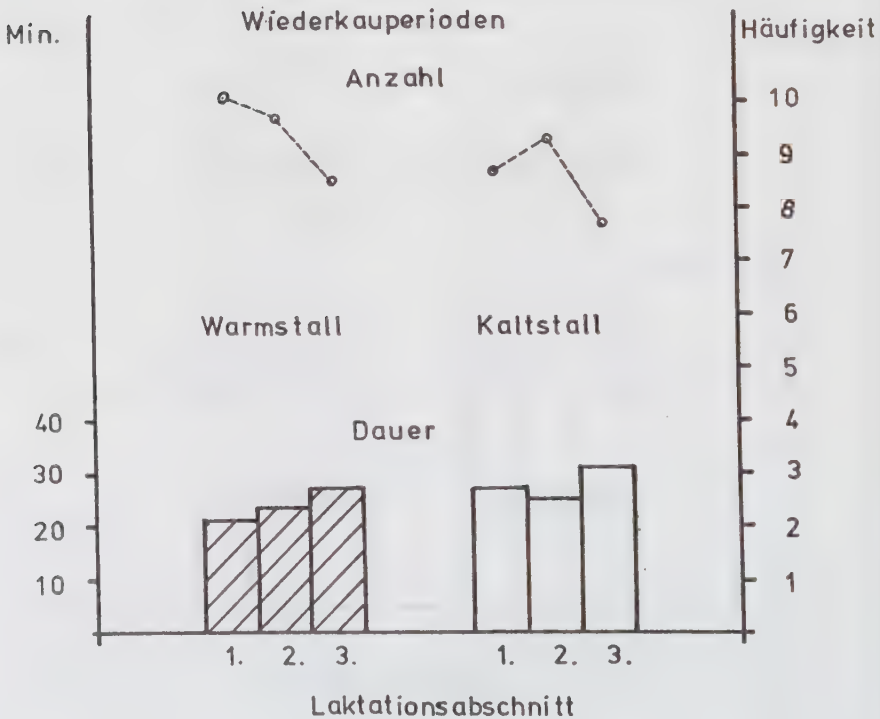
Abschnitt wurde dann überwiegend in den Zwischenpositionen wiedergekauut.

Abbildung 19: Anteile (%) der gestreckten Seitenlage (S), der Zwischenpositionen (Z) und der Grundhaltung (G) an der im Liegen verbrachten Wiederkauzeit in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Anders war die Entwicklung im Kaltstall. Hier ließ sich eine schrittweise Zunahme der Zwischenpositionen an der im Liegen verbrachten Wiederkauzeit um etwa 16% von Abschnitt zu Abschnitt auf Kosten des Anteils der Grundhaltung feststellen. Die durchschnittliche Dauer einer Wiederkauperiode blieb im

**Abbildung 20:** Häufigkeit des Wiederkauens und durchschnittliche Dauer einer Wiederkauperiode in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



Kaltstall annähernd konstant, während sich die Warmstalltiere langsam im Verlauf der Laktation auf Kaltstallwerte steigerten. Dagegen war die Anzahl der Wiederkauperioden im Warmstall zunächst höher und sank erst im dritten Abschnitt auf Kaltstallwerte herab. Möglicherweise war es für die Warmstalltiere, besonders während der Gewöhnungsphase an die Wärmebelastung und in Verbindung mit einem höheren Heuanteil in der Ration, energetisch günstiger, die gesamte Wiederkauperiode in kürzere, aber häufigere Perioden einzuteilen. Zu bedenken wäre auch, daß die vermehrte Unruhe und die leichtere Erregbarkeit der Warmstalltiere zu ihrem Wiederkauverhalten beigetragen haben könnten.

Auch bei Betrachtung des Trinkverhaltens fiel zunächst die Reaktion der Warmstalltiere im ersten Laktationsabschnitt auf. Vor allem die Trinkhäufigkeit, aber auch der Wasserverbrauch lagen weit über den Kaltstallwerten. Bei einigen der bisher in diesem Kapitel beschriebenen Merkmale ließ sich schon die Bedeutung des ersten Laktationsabschnitts als Phase möglicher Auseinandersetzung der Tiere im Warmstall mit der erhöhten Umgebungstemperatur vermuten. Deutlich wurde dies bei Betrachtung des Trinkverhaltens.

Gegenüber den übrigen Laktationsabschnitten im Warmstall war das Verhältnis von Trinkhäufigkeit zu Wasseraufnahme im ersten Abschnitt auffallend erhöht. Die Warmstalltiere nahmen hier durchschnittlich weniger als 1 Liter Wasser pro Trinkvorgang auf. Im Vergleich zum Kaltstall tranken sie auch doppelt so oft. Im zweiten Abschnitt war der Wasserverbrauch nur unwesentlich höher als im Kaltstall bei allerdings noch immer höherer Trinkhäufigkeit. Beides stieg im Warmstall im dritten Abschnitt dann wieder an, wobei zu überlegen ist, inwieweit hier der gegen Ende der Laktation steigende Heuanteil in der Futterration eine Rolle gespielt hat.

Bezüglich des Ausscheidungsverhaltens ließ sich wiederum die besondere Rolle des ersten Laktationsabschnitts für den Warmstall feststellen. Die Tiere setzten Harn und Kot deutlich häufiger ab als die Kaltstalltiere.

Abbildung 21: Wasserverbrauch und Trinkhäufigkeit (o--o) in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)

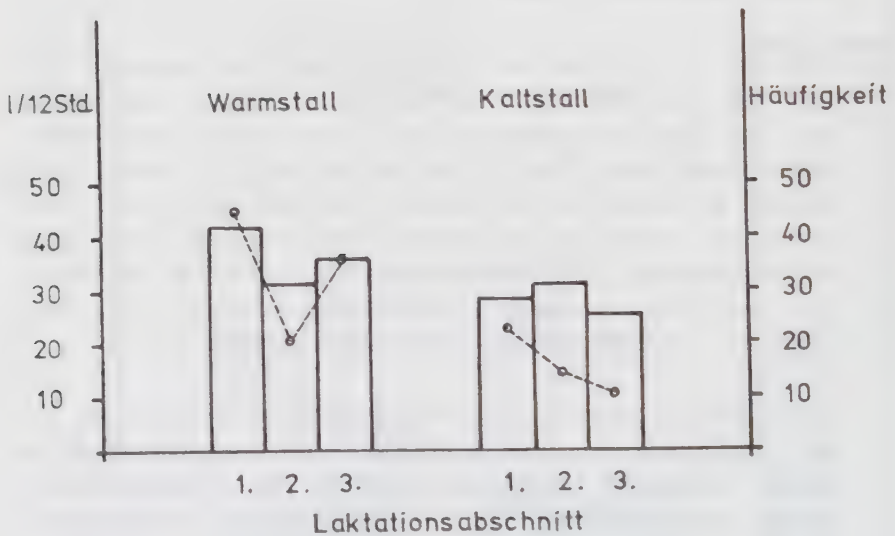
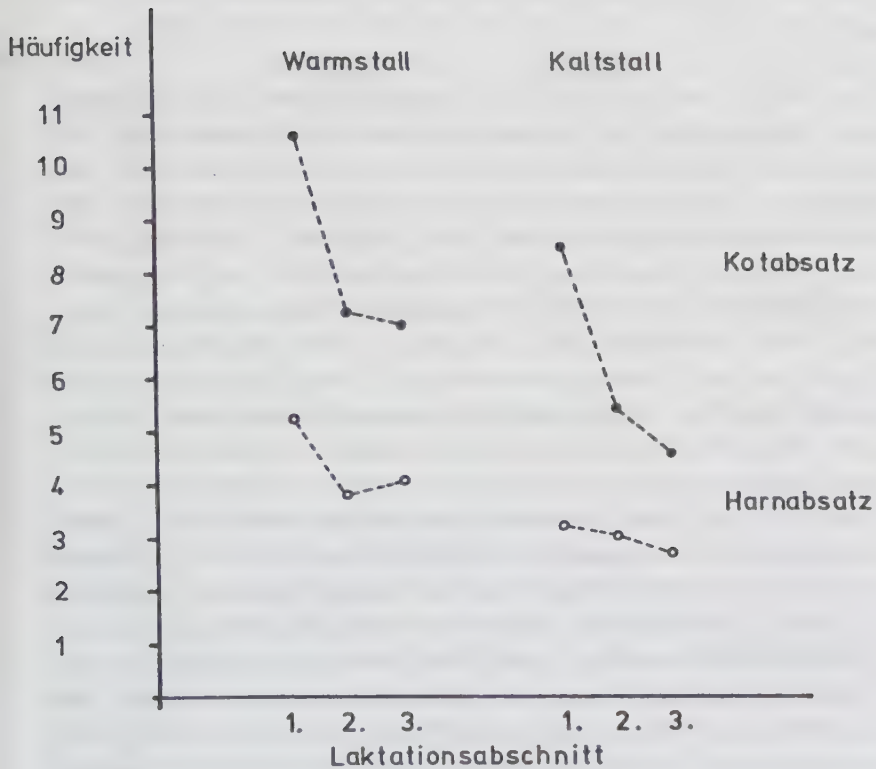


Abbildung 22: Häufigkeit von Kotabsatz und Harnabsatz in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwerte pro Versuchsdurchgang)



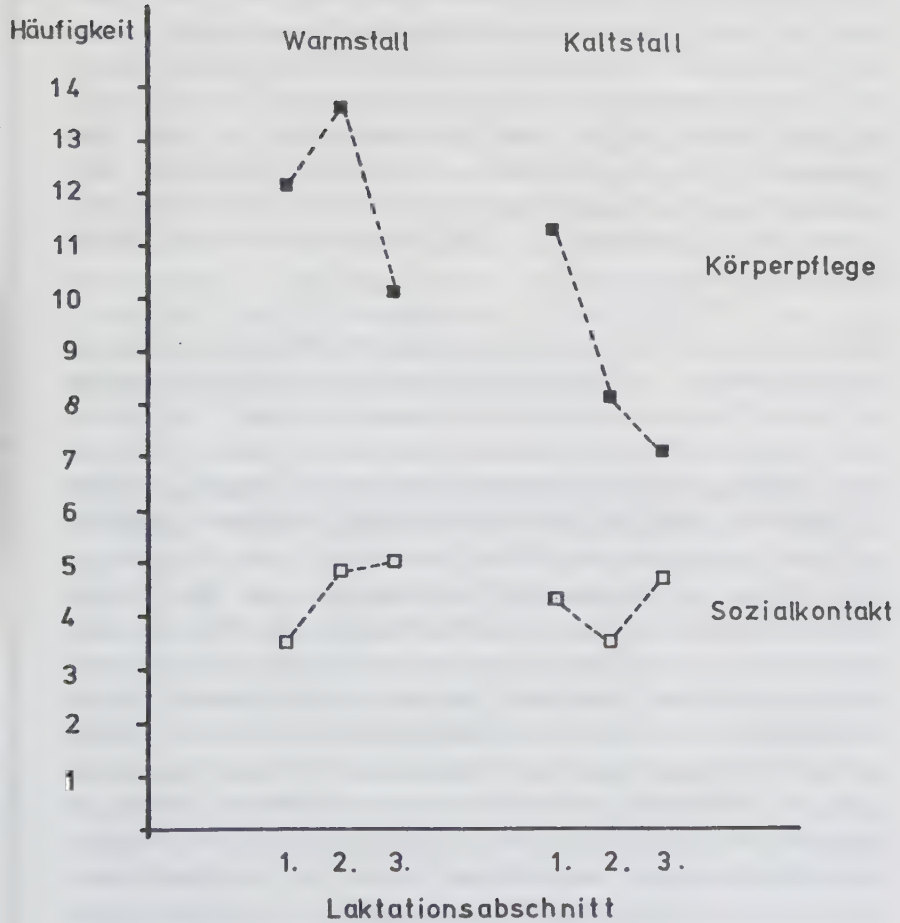
Auffallend ähnlich in beiden Ställen verlief die Entwicklung der Kotabsatzhäufigkeit, wobei aber das Niveau im Warmstall in allen drei Laktationsabschnitten höher war. Interessant war weiterhin der Vergleich von Wasserverbrauch, Trink- und

Harnabsatzhäufigkeit. Diese Merkmale schienen auch im Warmstall in enger Beziehung zueinander zu stehen, was im Kapitel 'Einfluß' der Wärmebelastung' noch nicht offenkundig geworden war. Die Bedeutung dieser Beziehungen im Hinblick auf die Thermoregulation wird in der Diskussion näher besprochen.

Qualitative Aussagen über die Entwicklung von Sozialkontakt und Körperpflege im Verlauf der Laktation konnten nur in sehr beschränktem Maße gemacht werden. Es entstand aber der Eindruck, daß im Warmstall gegen Ende der Laktation die Auseinandersetzungen um mehr Platz abnahmen. Es schien sich hier eine Art Rangfolge in der Beanspruchung von Liegeplatz einzuspielen, d.h. wenn ein bestimmtes Tier Anstalten machte, sich niederzulegen, zog die liegende Nachbarin ihre Beine an bzw. stand ihrerseits auf. Wenn aber diese Nachbarin sich bei zu geringem Platzangebot niederlegen wollte und das erste Tier nicht beiseite rückte, blieb sie meist ohne weitere Auseinandersetzungen stehen und legte sich erst dann nieder, wenn das erste Tier aufgestanden war. Diese Liegeordnung, die sich haltungsbedingterweise nur zwischen unmittelbar benachbarten Tieren entwickeln konnte, schien im Kaltstall während des gesamten Versuchszeitraums nur andeutungsweise zu bestehen. Es ist allerdings zu überlegen, ob diese Unterschiede nicht eher durch die Verschiedenheit der Individuen zwischen den beiden Versuchsgruppen und der eingeschränkten Ausbildungsmöglichkeit einer vollständigen Rangfolge innerhalb der jeweiligen Gruppe vorgetäuscht werden. Ein statistisch signifikanter Einfluß des Laktationsabschnitts auf die Häufigkeit von sozialen Kontakten der Tiere untereinander konnte nicht festgestellt werden.

Für das Merkmal Körperpflege dagegen ließen sich die Unterschiede zwischen den Laktationsabschnitten auch für beide Ställe statistisch absichern. Während im Kaltstall die Häu-

Abbildung 23: Häufigkeit von Sozialkontakt und Körperpflege in Warm- und Kaltstall im Verlauf der 1. Laktation (12-Stunden-Mittelwert pro Versuchsdurchgang)



figkeit von Abschnitt zu Abschnitt abnahm, ließ sich für den Warmstall zunächst eine Steigerung sowohl der Häufigkeit als auch der Intensität feststellen. Hierbei drängte sich die Überlegung auf, daß die manchmal heftigen und bedingt durch die Anbindevorrichtungen lautstarken Aktionen der Warmstalltiere angestautes Unwohlsein ausdrücken könnten. Die Tiere stellten ihre Scheuer- und Leckaktivitäten zunächst auch dann nicht ein, wenn bereits einige Nachbarinnen in Folge des Kettengerassels aufgesprungen waren bzw. gleich versuchten, durch Tritte oder Belecken Kontakt zu den sich scheuernden Tieren aufzunehmen. All diese Aktivitäten verringerten sich im letzten Laktationsabschnitt deutlich, traten aber im Warmstall in allen Versuchsabschnitten häufiger als im Kaltstall auf.

Es bleibt festzustellen, daß sich der Einfluß des Laktationsabschnitts auf die meisten der untersuchten Merkmale für beide Ställe unterschiedlich ausgewirkt hat. Im Verlauf des gesamten Versuchszeitraums konnten für den Kaltstall eher kontinuierliche Tendenzen festgestellt werden, während im Warmstall mehr die unterschiedlichen Reaktionen im ersten und zweiten Laktationsabschnitt auffielen, die oft zunächst gegenläufig zu denen im Kaltstall waren. Im letzten Abschnitt waren die Unterschiede zwischen den Ställen eher geringfügig. Dies traf allerdings nicht zu für die Merkmale durchschnittliche Stehdauer, Wechsel Stehen/Liegen, Trinkhäufigkeit, für das Ausscheidungsverhalten und die Häufigkeit von Körperpflegeaktivitäten. Die vom Kaltstall abweichenden Reaktionen gerade bei diesen Merkmalen bestätigen den subjektiven Eindruck der über den gesamten Versuchszeitraum hinweg empfundenen größeren Unruhe der Warmstalltiere. Inwieweit hier Anhaltspunkte für vermehrt gestörtes Wohlbefinden der Tiere im Warmstall gegenüber den Kaltstalltieren zu vermuten sind, bleibt zu diskutieren.

#### 4.4 Vergleich von Merkmalen der Thermoregulation mit ausgewählten Merkmalen des Verhaltens am Einzeltier

Der subjektive Eindruck im Verlauf der Verhaltensbeobachtungen sowie die Betrachtung der Ergebnisse der statistischen Auswertung und die Durchsicht der Nebenprotokolle führten zu der Feststellung, daß die wesentliche Variation der Ergebnisse in den unterschiedlichen Reaktionen der Einzeltiere begründet ist. Bei der statistischen Auswertung wurden hierzu der Einfluß des Tieres innerhalb des Stalles einerseits und andererseits der Einfluß des Einzeltieres im Vergleich der drei Laktationsabschnitte berücksichtigt. Wenn sich auch statistische Signifikanzen und Beschreibungen in den Nebenprotokollen nicht immer decken, bleibt doch der Eindruck bestehen, daß die Unterschiede im Verhalten der Individuen größer waren als Veränderungen im Verhalten des Einzeltieres im Verlauf des Untersuchungszeitraums.

Für einen deskriptiven Vergleich von Reaktionen der Einzeltiere wurden ausgewählte Verhaltensmerkmale den begleitend erfaßten Funktionsmerkmalen der Thermoregulation gegenübergestellt. Hierzu wurden solche Verhaltensmerkmale ausgewählt, bei denen augenfällig ein Zusammenhang zwischen Wärmebelastung einerseits und besonderer Reaktionsbereitschaft der Tiere andererseits zu vermuten waren. So wurde das Steh- bzw. Liegeverhalten im Hinblick auf die Wärmeabgabe, aber auch als Ausdruck für die Ruhe bzw. Unruhe der Tiere berücksichtigt, das Trinkverhalten unter dem Aspekt der Kühlung, die Häufigkeit des Kotabsatzes als Ausdruck der Erregungslage und Merkmale des Wiederkauverhaltens unter dem Aspekt der Behaglichkeit. Ein statistischer Vergleich zwischen Verhaltens- und physiologischen Funktionsmerkmalen wurde nicht angestellt.

Tabelle 13: Klassifizierung der Einzeltierwerte ausgewählter Verhaltensmerkmale in Warm- und Kaltstall auf der Basis der jeweiligen Gesamtwerte pro Tier  
(+ : Maximum innerhalb der Versuchsgruppe; - : Minimum innerhalb der Versuchsgruppe;  $\emptyset$  : Einzeltierwert, der dem Gruppenmittel am nächsten liegt)

| Merkmal        | Gesamt-<br>stehzeit | Gesamt-<br>Liegezeit | Liegezeit<br>gestreckt | Liegezeit<br>Zw.-Positionen | Liegezeit   | Grundhaltung | Dauer<br>Stehen | Dauer<br>Liegen | Wechsel<br>Stehen/Liegen | Trink-<br>häufigkeit | Wasseraufnahme | Häufigkeit<br>Kotabsatz | Gesamtwieder-<br>kauzeit | Dauer<br>Wiederkauen | Häufigkeit<br>Wiederkauen |
|----------------|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|
| Warm-<br>stall |                     |                      |                        |                             |             |              |                 |                 |                          |                      |                |                         |                          |                      |                           |
| Alli           | -                   | +                    |                        | +                           | $\emptyset$ | -            | -               | $\emptyset$     | $\emptyset$              |                      | -              | +                       | -                        | -                    | +                         |
| Heike          | +                   | -                    | +                      |                             |             | +            | +               | -               | +                        | +                    | $\emptyset$    | +                       | +                        | $\emptyset$          | $\emptyset$               |
| Gundel         | $\emptyset$         | $\emptyset$          | -                      | -                           | +           |              | +               | +               | -                        | -                    | +              |                         | $\emptyset$              | +                    |                           |
| Hetta          | $\emptyset$         | $\emptyset$          | $\emptyset$            | $\emptyset$                 | $\emptyset$ | $\emptyset$  | $\emptyset$     | +               | +                        | $\emptyset$          | +              | +                       | $\emptyset$              | $\emptyset$          | $\emptyset$               |
| Gunda          | $\emptyset$         | $\emptyset$          | $\emptyset$            | $\emptyset$                 | $\emptyset$ | $\emptyset$  | $\emptyset$     | +               | +                        | $\emptyset$          | +              | +                       | $\emptyset$              | +                    | $\emptyset$               |
| Kalt-<br>stall |                     |                      |                        |                             |             |              |                 |                 |                          |                      |                |                         |                          |                      |                           |
| Baby           | $\emptyset$         | $\emptyset$          | $\emptyset$            |                             | $\emptyset$ | +            | +               | +               | $\emptyset$              | $\emptyset$          | +              | -                       | -                        | +                    | -                         |
| Dina           | -                   | +                    | +                      | -                           | +           | -            | -               | $\emptyset$     | +                        | -                    | -              | $\emptyset$             | -                        | -                    | $\emptyset$               |
| Alma           | -                   | +                    | +                      | -                           | -           | -            | -               | $\emptyset$     | +                        | -                    | -              | $\emptyset$             | -                        | -                    | $\emptyset$               |
| Minne          | +                   | -                    | -                      | +                           | $\emptyset$ | -            | $\emptyset$     | -               | -                        | +                    | $\emptyset$    | $\emptyset$             | +                        | $\emptyset$          | +                         |
| Martha         | +                   | -                    | -                      | $\emptyset$                 | $\emptyset$ | -            | $\emptyset$     | -               | +                        | +                    | +              | $\emptyset$             | +                        | $\emptyset$          | +                         |

Tabelle 14: Physiologische Merkmale in Warm- und Kaltstall während der 1. Laktation  
(Mittelwerte pro Versuchsgruppe und absolute Abweichungen jedes  
Einzelwertes vom Gruppenmittel)

| Merkmal        | 305-Tage-Lei-<br>stung (kg Milch) | Atemfrequenz<br>(Züge/Min.) | Herzfrequenz<br>(Schläge/Min.) | Rektaltem-<br>peratur (°C) | Schwitzrate<br>( $\Delta\%$ rel. LF) | Hauttempe-<br>ratur (°C) |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| $\bar{x}$      | 5100                              | 58,1                        | 77,3                           | 39,1                       | 11,0                                 | 36,3                     |
| Warm-<br>stall |                                   |                             |                                |                            |                                      |                          |
| Alli           | 5761                              | - 1,8                       | + 0,9                          | - 0,2                      | + 1,4                                | - 0,2                    |
| Heike          | 3995                              | + 0,9                       | - 0,7                          | + 0,3                      | - 1,4                                | + 0,1                    |
| Gundel         | 4837                              | + 8,3                       | + 9,2                          | + 0,3                      | - 1,0                                | + 0,3                    |
| Hetta          | 5381                              | - 1,6                       | - 4,9                          | - 0,1                      | + 1,4                                | - 0,2                    |
| Gunda          | 5528                              | - 5,9                       | - 4,5                          | - 0,3                      | - 0,3                                | + 0                      |
| $\bar{x}$      | 5718                              | 37,3                        | 80,7                           | 38,8                       | 4,5                                  | 35,0                     |
| Kalt-<br>stall |                                   |                             |                                |                            |                                      |                          |
| Baby           | 6474                              | + 0,1                       | - 0,9                          | + 0                        | - 0,7                                | + 0,1                    |
| Dina           | 5906                              | + 3,8                       | + 5,8                          | + 0,1                      | - 0,3                                | + 0,1                    |
| Alma           | 4994                              | + 0,8                       | - 1,2                          | + 0                        | - 0,1                                | + 0,2                    |
| Minne          | 5137                              | - 0,4                       | - 5,5                          | + 0                        | + 0                                  | - 0,3                    |
| Martha         | 6079                              | - 4,3                       | + 1,9                          | - 0,1                      | + 1,1                                | - 0,2                    |

Tabelle 15: Klassifizierung der Einzeltierwerte für die physiologischen Merkmale in Warm- und Kaltstall auf der Basis der jeweiligen Gesamtmittelwerte pro Tier  
(+ : Maximum innerhalb der Versuchsgruppe; - : Minimum innerhalb der Versuchsgruppe;  
ø : Einzeltierwert, der dem Gruppenmittel am nächsten liegt)

| Merkmal   | Atemfrequenz | Herzfrequenz | Rektaltemperatur | Schwitzrate | Hauttemperatur |
|-----------|--------------|--------------|------------------|-------------|----------------|
| Warmstall |              |              |                  |             |                |
| Alli      |              |              |                  | +           | -              |
| Heike     | ø            | ø            | +                | -           |                |
| Gundel    | +            | +            | +                |             | +              |
| Hetta     |              | -            | ø                | +           | -              |
| Gunda     | -            |              | -                | ø           | ø              |
| Kaltstall |              |              |                  |             |                |
| Baby      | ø            | ø            | ø                | -           | ø              |
| Dina      | +            | +            | +                |             | ø              |
| Alma      |              |              | ø                |             | +              |
| Minne     |              | -            | ø                | ø           | -              |
| Martha    | -            |              | -                | +           |                |

Vorangestellt sei zunächst die Auswahl der Verhaltensmerkmale, wobei zur besseren Übersicht nur vermerkt ist, welches Tier für welches Merkmal das Minimum bzw. Maximum aufweist bzw. welches Tier den am nächsten zum jeweiligen Stallmittel liegenden Wert erreicht. Zugrunde gelegt sind hierbei die 12-Stunden-Mittelwerte des gesamten Versuchszeitraums.

Die gleiche Aufstellung wurde auch für die physiologischen Merkmale angefertigt. Anschließend wurde ausgezählt, wie viele Minima bzw. Maxima und wie viele Durchschnittswerte jedes Tier aufwies. Zur Schwitzrate sei hier bemerkt, daß die zur Zeit der Untersuchung zur Verfügung stehende Meßmethode dazu geeignet erschien, individuelle Unterschiede zum jeweiligen Meßzeitpunkt aufzuzeigen. Aussagen über die Entwicklung der Schwitzrate im Verlauf der Laktation sowie die Umrechnung des Feuchteanstiegs in der Kapsel während der Messung in  $\text{g/m}^2/\text{h}$  als Maß für die tatsächliche Hautevaporation wurden jedoch als unzulässig angesehen.

In Übereinstimmung mit den Aufzeichnungen in den Nebenprotokollen zeigte sich, daß sich im Warmstall die beiden Kühe Gundel und Heike am auffälligsten verhielten. Gleichzeitig wies Gundel für die physiologischen Merkmale keinen Durchschnittswert, dafür aber die meisten Extremwerte (Atem-, Herzfrequenz, Rektal- und Hauttemperatur) auf. Heike besaß zwar durchschnittliche Herz- und Atemfrequenz, hatte aber die niedrigste Schwitzrate und zusammen mit Gundel die höchste Rektaltemperatur. Bemerkenswerterweise lag die Milchleistung dieser beiden Kühe unter dem Stalldurchschnitt für die Warmgruppe; Heike erbrachte ca. 1.100 kg Milch weniger, Gundel etwa 260 kg weniger als der Stalldurchschnitt. Zum Verhalten dieser beiden Tiere im Einzelnen sei auf das überraschende Fehlen von Gemeinsamkeiten hingewiesen. Gundel verbrachte die meiste Zeit im Stehen; wenn sie lag, bevorzugte sie die gestreckte Seitenlage. Bei kürzester Gesamtliegezeit und Liegedauer wechselte sie aber am häufig-

sten zwischen Stehen und Liegen. Bei durchschnittlicher Wasseraufnahme trank Gundel weitaus am häufigsten. Außerdem setzte sie am häufigsten Kot ab und kaute am längsten wieder. Heike dagegen lag insgesamt am längsten und bevorzugte die Zwischenpositionen, wobei aus den Nebenprotokollen hervorgeht, daß sie beinahe ausschließlich mit angezogenen Beinen und gestrecktem Hals, d.h. in einer sehr platzsparenden Haltung, lag. Bei niedrigster Gesamtstehzeit war auch die Stehdauer von Heike am kürzesten. Weiterhin fiel die niedrige Wasseraufnahme bei unauffälliger Trinkhäufigkeit und das häufige Wiederkauen bei kürzester Wiederkaudauer auf. Von den übrigen drei Tieren der Warmstallgruppe fiel an Hand dieser Beurteilung außerdem die Kuh Hetta auf, allerdings nicht allein wegen der häufigen Extremwerte wie die Kühe Heike und Gundel, sondern wegen des relativ ausgeglichenen Vorkommens von sowohl Extrem- als auch Durchschnittswerten. Interessant im Verhalten dieser Kuh ist die Feststellung, daß sie Maxima für Merkmale wie Liegen in der Grundhaltung und Dauer von Liege- bzw. Stehperioden und Minima für die Merkmale Liegezeit in gestreckter Seitenlage und Zwischenpositionen sowie Wechsel zwischen Stehen und Liegen und Trinkhäufigkeit aufwies. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung derjenigen Verhaltensmerkmale, für die Hetta Durchschnittswerte besaß, und zum größten Teil auch bei Betrachtung ihrer physiologischen Daten (hohe Schwitzrate, niedrige Hauttemperatur, durchschnittliche Rektaltemperatur) entsteht der Eindruck, daß Hettas Reaktionen eher als ausgeglichen zu bezeichnen sind. Trotzdem spricht die relativ niedrige Herzfrequenz dieser Kuh dafür, daß die Wärmebelastung nicht ohne Einfluß geblieben ist. Anzumerken ist noch Hettas überdurchschnittliche Milchleistung, obwohl sie ein 'Dreistrich' war.

Die beiden Kühe, deren Milchleistung um 430 kg (Gunda) und um 660 kg (Alli) deutlich über dem Stalldurchschnitt lag,

zeigten ein wenig auffälliges Verhalten. Alli wies lediglich Minima bei den Merkmalen Kotabsatz, Gesamtwiederkauzeit und Häufigkeit des Wiederkauens auf, für Gunda ließen sich Maxima bei der Wasseraufnahme und der Dauer der Wiederkauperioden feststellen. Gunda besaß außerdem bei durchschnittlicher Schwitzrate und Hauttemperatur die niedrigste Atemfrequenz und die niedrigste Rektaltemperatur. Alli dagegen entwickelte eine gleichhohe Schwitzrate wie Hetta und gleichzeitig auch die niedrige Hauttemperatur wie Hetta.

Aus diesen Beobachtungen und besonders beim Heranziehen der Nebenprotokolle wird deutlich, daß einerseits nicht alle Verhaltensweisen die gleiche Wichtung erfahren dürfen und ohne Berücksichtigung weiterer Merkmale eine Wichtung kaum erfolgen kann, und daß andererseits Reaktionen wie zum Beispiel die von Heike nicht durch den Einfluß der Wärmebelastung allein erklärt werden können. Das platzsparende Liegeverhalten von Heike als Beispiel ist größtenteils auf Aktionen der Nachbarin Alli zurückzuführen, die, wenn Heike Anstalten machte, eine raumgreifendere Liegeposition einzunehmen, durch Hornstöße oder Tritte erreichte, daß Heike weiterhin in ihrer bisherigen Position verharrte. Die Bedeutung dieser und ähnlicher Beobachtungen und das daraus abgeleitete Bestehen einer begrenzten Art von Rangfolge trotz Anbindehaltung werden in der Diskussion näher besprochen.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß Minima, Maxima und Durchschnittswerte jeweils nur innerhalb des Stalles gelten; ein direkter Vergleich zwischen beiden Ställen ist daher auf diesem Wege nicht möglich. Merkwürdigerweise besaß auch im Kaltstall die Kuh mit der größten Anzahl an Extremwerten im Verhalten die niedrigste Milchleistung. Die Laktationsleistung der hier angesprochenen Kuh Alma lag sogar unter der durchschnittlichen Milchleistung im Warmstall. Alma besaß die längste Gesamtliegezeit und die längste Lie-

gezeit in der gestreckten Seitenlage sowie die häufigsten Wechsel zwischen Stehen und Liegen. Minima konnten bei ihr analog für die Gesamtstehzeit sowie die Stehdauer, die Trinkhäufigkeit, die Gesamtwiederkauzeit und die Dauer der Wiederkauperioden festgestellt werden. Bei den physiologischen Funktionsmerkmalen waren für Alma keine Besonderheiten zu erkennen. Bemerkenswert sind noch die Reaktionen von Martha, die Maxima für Trinkhäufigkeit, Wasseraufnahme, Gesamtwiederkauzeit und Häufigkeit des Wiederkauens erreicht. Weiterhin fallen für diese Kuh die niedrige Atemfrequenz sowie die erniedrigte Rektaltemperatur bei erhöhter Schwitzrate auf. Auch wenn ihre Werte für Rektaltemperatur und Schwitzrate für den Kaltstall Extremwerte darstellen, weichen sie doch nur geringfügig vom Stallmittel ab. Gleichzeitig erbrachte diese Kuh die zweithöchste Milchleistung aller im Versuch stehenden Tiere. Von den übrigen Kaltstalltieren sei noch Baby erwähnt, die bei unauffälligem Verhalten und weitgehend durchschnittlichen physiologischen Ergebnissen die höchste Milchleistung erbrachte.

Insgesamt erscheint für die Kaltstalltiere eine Einzeltierbetrachtung auf diese Art nicht sonderlich gewinnbringend. Ausgangspunkt dieser Untersuchung war es indessen auch, festzustellen, ob und wenn ja, wie sich das Verhalten von laktierenden Kühen unter Wärmebelastung verändert. Unter Hinzuziehen der Nebenprotokolle war vielmehr festzustellen, daß sich die im Kaltstall zu beobachtenden Besonderheiten der quantitativen Betrachtung entziehen. Zum Trio Alma, Minne und Martha, Kühe, die im Kaltstall nebeneinander standen, ist zu bemerken, daß sie Verhaltensweisen entwickelten, die sich zum Teil auch nicht unter Sozialkontakt oder Körperpflege einordnen ließen. Hierzu gehörten stundenlang andauerndes Trampeln auf der Stelle in Kombination mit Schwanzwedeln, Kopfschütteln, Querstehen zur Anbindevorrichtung, Schubsen der Nachbarin mit dem Hinterteil, außerdem

als auffälligste Beobachtung wiederholte und intensiv betriebene Versuche, mit Hilfe extremer Rückenbiegung das Hinterteil in die Nähe des Kopfes zu bringen. Anfänglich konnte dieses Biegen nur bei Martha beobachtet werden, bald darauf aber auch bei Alma, so dann ansatzweise auch bei Minne. Diese Beobachtungen unterstützen den schon im Kapitel 'Einfluß der Wärmebelastung auf das Verhalten' vermuteten Beschäftigungsdrang der Kaltstalltiere.

## 5. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wenn eingangs dieser Arbeit im Zitat von BIANCA (1977) das Verhalten als "erste Verteidigungslinie" gegenüber Veränderungen in der Umwelt bezeichnet wurde, erscheint es zunächst überraschend, daß in der vorliegenden Untersuchung der Einfluß der Wärmebelastung gegenüber den Einflüssen der übrigen untersuchten Faktoren statistisch gesehen gering ist. Hierzu seien folgende Überlegungen angestellt.

Eine Umgebungstemperatur von 28°C in Kombination mit der nicht allzu hohen relativen Luftfeuchte von 50% liegt zwar über den Temperaturbereichen, die in der Literatur für europäische Hochleistungsrinder als optimal angesehen werden, kann aber insgesamt als mäßige Belastung bezeichnet werden. PASCHKE (1982) weist in diesem Zusammenhang auf die gegenüber Klimakammerversuchen nur mäßig erhöhten Atemfrequenzen hin, was in Übereinstimmung mit Ergebnissen der vorliegenden Arbeit steht. Weiterhin könnte in der mindestens drei Wochen dauernden Eingewöhnungszeit vor Versuchsbeginn bereits eine gewisse Akklimation an die erhöhte Umgebungstemperatur stattgefunden haben. PASCHKE (1982) vermutet, daß im Gegensatz zu kurzfristigen Versuchen unter ähnlichen Bedingungen eine langfristige kontinuierliche und mäßige Belastung die Akklimation erleichtert.

Die im Kaltstall herrschende Umgebungstemperatur von 18°C liegt oberhalb der von BIANCA (1971) definierten 'Zone der thermischen Indifferenz' und der von BRODY (1948, 1956) genannten 'Komfortzone'. Nach HILLIGER (1972) ist eine Umgebungstemperatur von 18°C die obere Grenze des Temperaturbereichs für eine optimale Milchleistung. Ob nun die Klimabelastung im Warmstall in der vorliegenden Untersuchung als relativ zu niedrig oder die Kaltstalltemperatur als relativ zu hoch anzusehen ist, um klare Aussagen über den Einfluß

der Wärmebelastung zu erlauben, läßt sich nicht eindeutig feststellen. Eher kann die geringe Temperaturdifferenz zwischen beiden Ställen dazu beigetragen haben, daß der Einfluß der Wärmebelastung allein statistisch nur selten abzusichern war.

Wesentlicher als die Temperaturdifferenz zwischen beiden Versuchsställen hat sich aber offensichtlich das zu geringe Platzangebot für jedes Versuchstier ausgewirkt. Wie im Ergebnisteil schon mehrfach erwähnt, ließen subjektiver Eindruck und Aufzeichnungen in den Nebenprotokollen immer wieder erkennen, daß z.B. die Einnahme teilweise oder vollständig gestreckter Liegehaltungen entweder nicht möglich war oder nach kurzer Zeit, meist durch Intervention einer Nachbarin, beendet wurde. Verwiesen sei hier auf die im Kapitel 'Einfluß der Wärmebelastung' beschriebenen, teilweise grotesk anmutenden Liegehaltungen, die dann ersatzweise eingenommen wurden. In diesem Zusammenhang sind auch das "Trippeln auf der Stelle" und das Verharren auf den gebeugten Karpalgelenken als vergebliche Ablegeversuche zu bewerten. Diese Beobachtungen lassen vermuten, daß allein schon das geringe Platzangebot dazu geführt hat, Änderungen im Verhalten, die als Anpassungsreaktionen an die Wärmebelastung gewertet werden könnten, zu verschleiern. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß Hinderung am Ausführen beabsichtigter Verhaltensweisen, z.B. am Niederlegen, zu sogenannten Übersprunghandlungen führen kann. Gedacht sei hier an teilweise heftige Körperpflegeaktivitäten zu Stallruhezeiten, wenn das betreffende Tier keinen Platz zum Niederlegen fand. Zum Teil kann auch die erhöhte Trinkhäufigkeit einzelner Tiere hier eingeordnet werden, die bei gleichen Gelegenheiten zu beobachten war, und wobei der Trinkvorgang lediglich im Aufnehmen eines oder weniger Schlucke Wasser bestand. Der Einfluß der Wärmebelastung kann hier allenfalls als indirekt bezeichnet werden über den Umweg gesteigerter Reaktionsbereit-

schaft oder Nervosität. Insgesamt läßt sich folgern, daß vor allem die Haltungsform allein schon als Stressor auf die Versuchstiere gewirkt hat, wobei für die Warmstalltiere noch die Wärmebelastung hinzu kam.

Bedingt durch das geringe Platzangebot verringerte sich auch der Individualabstand zwischen den Tieren, manchmal so, daß direkter Körperkontakt unvermeidbar war. Diese Tatsache in Verbindung mit der auch im Anbindestall, zumindest zwischen direkt benachbarten Tieren, zu beobachtenden "Rangfolge" führen zu der Annahme, daß sich das Platzangebot nicht auf alle Tiere gleichmäßig ausgewirkt haben kann. Vielmehr könnte hierin eine mögliche Erklärung für die teilweise sehr unterschiedlichen Reaktionen der Einzeltiere gesehen werden.

Beobachtungen dieser Art geben weiterhin Anlaß zu der Überlegung, daß Verhaltensänderungen als Anpassung an die Wärmebelastung, bedingt durch die eingeschränkte Bewegungsfreiheit und den Einfluß der Nachbarinnen, teilweise nur in Ansätzen zu beobachten waren. Sie wurden daher im Nebenprotokoll aufgenommen, gingen aber nicht in die statistische Auswertung ein. So konnte für viele Beobachtungen nur an Hand des subjektiven Eindrucks und der Aufzeichnungen in den Nebenprotokollen auf Unterschiede im Verhalten der beiden Versuchsgruppen geschlossen werden. Es bleibt aber zu überlegen, ob sich Verhaltensänderungen bei Versuchen, die wie in diesem Fall in erster Linie unter Produktionsbedingungen angestellt werden, d.h. bei reglementierter Fütterung, eingeschränktem Platzangebot und organisiertem Management, nicht eher in Bereichen abspielen, die dem Auge des Beobachters zugänglich sind, dagegen aber weniger durch die für die Statistik erforderlichen Raster erfaßbar sind. So konnte auch die Qualität bzw. die unterschiedliche Art und Weise der gemachten Beobachtungen statistisch nicht erfaßt werden. In diesem Zusammenhang sei auf die Bewertung des Sozialkon-

takts im Warmstall als hauptsächliche Auseinandersetzung um den Liegeplatz verwiesen.

Daneben werfen diese Beobachtungen aber auch die grundsätzliche Frage nach dem Zusammenhang zwischen biologischer Relevanz und statistischer Signifikanz auf. So können unter Umständen statistische Signifikanzen errechnet werden, die aber bei entsprechender Verteilung der Merkmalsdaten im gesamten Kollektiv dann irrelevant sind, wenn die Streubreite des biologischen Merkmals sehr groß ist. Als Beispiel sei der zwar statistisch absicherbare Unterschied zwischen den Laktationsabschnitten für das Merkmal Liegedauer auf der rechten Körperseite angeführt, dessen biologische Bedeutung aber hier nicht zu erkennen ist. Andererseits läßt sich die unterschiedliche Entwicklung der Trinkhäufigkeit in beiden Ställen im Verlauf der Laktation statistisch nicht absichern, obwohl die Warmstalltiere gegen Ende der Laktation ihre Trinkhäufigkeit deutlich steigerten. Die Kaltstalltiere tranken dagegen im Verlauf der Laktation immer seltener. Die Erklärung für das Trinkverhalten der Warmstalltiere könnte darin liegen, daß bedingt durch das Futterregime gegen Ende der Laktation der Heuanteil an der Gesamtfuttermischung größer wurde. Da angenommen wird (u.a. von PASCHKE, 1982), daß sich rohfaserreicheres Futter unter Wärmebelastung aus energetischen Gründen ungünstig auswirkt, kann die erhöhte Trinkhäufigkeit in Verbindung mit dem ebenfalls erhöhten Wasserverbrauch hier als ausgleichender Kühlmechanismus gedeutet werden. Die parallel verlaufende Entwicklung der Häufigkeit des Harnabsatzes könnte hier vermuten lassen, daß der Wasserverlust über die Haut vergleichsweise gering war und die von BAYER (1979) beschriebene selektive Kühlung der Kopfgregion und damit des Temperaturregelungszentrums im Hypothalamus im Vordergrund stand. Da aber die abgesetzte Harnmenge sowie die Harndichte nicht bestimmt wurden und die Methode

der Schwitzratenmessung noch nicht ausgereift war, können hier nur Vermutungen angestellt werden.

Möglicherweise wären die Gruppenunterschiede zwischen Warm- und Kaltstall bei größerer Differenz der Umgebungstemperaturen, größerem Platzangebot, Berücksichtigung der Beziehungen zwischen den Individuen und Fütterung ad libitum deutlicher ausgefallen. Dennoch konnten weitere Unterschiede im Verhalten beider Versuchsgruppen beobachtet werden.

In den beiden vorangegangenen Kapiteln über den Einfluß der Wärmebelastung insgesamt und über den Einfluß des Laktationsabschnitts, insbesondere des ersten Abschnitts, ließen sich Tendenzen in Bezug auf die ethologische Thermoregulation erkennen. Die Differenzierung zwischen Verhaltensweisen, die eher als thermoregulatorische Maßnahmen bewertet werden und solchen, die eher als Folge des Zusammenwirkens verschiedener Stressoren verstanden werden können, fällt jedoch teilweise schwer. Auch wenn angenommen werden kann, daß sich die Versuchsbedingungen für beide Gruppen nur in der klimatischen Belastung der Warmstalltiere unterscheiden, lassen sich die Unterschiede im Verhalten beider Gruppen nicht durch den Einfluß der Wärmebelastung allein erklären und somit als thermoregulatorische Maßnahmen betrachten. Als Beispiele hierzu seien der vermehrte Wechsel zwischen Stehen und Liegen sowie der häufigere Kotabsatz der Warmstalltiere angeführt. Ein thermoregulatorischer Nutzeffekt läßt sich für beide Verhaltensweisen nicht erkennen. Der vermehrte Wechsel zwischen Stehen und Liegen ist energieaufwendiger und erhöht eher die Wärmeproduktion, und häufigerer Kotabsatz scheint weder zur Verringerung der Wärmeproduktion noch als Kühlmechanismus in Frage zu kommen. Beide Verhaltensweisen sollten daher eher als Ausdruck vermehrter Unruhe und gesteigerter Erregbarkeit und letztlich als gestörtes Wohlbefinden betrachtet werden. Es ist anzunehmen, daß hierfür

einerseits die Haltungsform, d.h. räumliche Enge und geringer Individualabstand, verantwortlich ist, andererseits aber auch die Wärmebelastung als Stressor unterstützend gewirkt hat. Inwieweit hier das Verhalten der Kaltstalltiere als echte Kontrolle dienen kann, ist ungewiß. Auffallend war jedoch, daß auch die Kaltstalltiere im ersten Laktationsabschnitt weitaus häufiger Kot absetzten als in den folgenden Abschnitten. Daneben verringerte sich gegen Ende der Laktation auch die Häufigkeit des Wechsels zwischen Stehen und Liegen im Kaltstall. Zunehmend konnten dagegen auffällige Aktionen von Einzeltieren beobachtet werden. Verwiesen sei hier auf das in Abschnitt 4.4 beschriebene Trio Alma, Minne und Martha. Es bleibt zu überlegen, ob diese Beobachtungen bzw. Merkmale Ansatzpunkte zur Messung des Wohlbefindens im Sinne des Tierschutzgesetzes bieten.

Als thermoregulatorische Maßnahmen unter den gegebenen Bedingungen können dagegen Verhaltensweisen wie vermehrtes Liegen, besonders in gestreckter Seitenlage und in Zwischenpositionen, Wiederkauen in diesen Liegehaltungen, häufiges Trinken in kleinen Schlucken und Benetzung der Liegefläche mit Wasser angesehen werden. Dabei scheint der Fläche, die jedem Tier, besonders zum Niederlegen und zum Beinstrecken, zur Verfügung steht, eine besondere Bedeutung zuzukommen, vor allem, wenn man berücksichtigt, daß der Sozialkontakt unter den Warmstalltieren meist in Auseinandersetzungen um mehr Liegefläche bestand. Verständlich wird dieses Verhalten unter Berücksichtigung der Ergebnisse von VERCOE (1973), der ermittelte, daß die Wärmeproduktion während eines Stehvorgangs um 19% höher war als während einer Liegephase. Möglicherweise wird die Wärmebildung mit steigender Entspanntheit der Liegehaltung noch weiter herabgesetzt. Zusätzlich könnte das Darbieten möglichst großer Körperpartien an die gegenüber der Körpertemperatur niedrigere Lufttemperatur den Wärmeaustausch erleichtern. Bezeichnenderweise versuchten

die Warmstalltiere, wenn auch selten und sehr kurzdauernd, in der gestreckten Seitenlage wiederzukauen.

Mit fortschreitender Versuchsdauer verbrachten die Warmstalltiere immer mehr ihrer Gesamtwiederkauzeit im Liegen, auffallend besonders beim Vergleich von erstem und zweitem Laktationsabschnitt. Einerseits spricht diese Beobachtung dafür, daß unter den Tieren eine gewisse Einigung über die zum Liegen jeweils beanspruchbare Fläche stattgefunden hat, andererseits aber auch für mögliche Akklimationserscheinungen, da das Wiederkauen nach PORZIG (1969) mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist. Zusätzlich mag sich hier auch der steigende Heuanteil in der Ration ausgewirkt haben. Für das Einsetzen von Akklimationsvorgängen spricht weiterhin das mit zunehmender Dauer der Wärmebelastung seltener werdende Vorkommen der gestreckten Seitenlage. Sowohl die Häufigkeit der Einnahme als auch die jeweilige Dauer nahmen mit dem Fortschritt der Laktationsperiode ab. Auffallender noch war die Entwicklung des Trinkverhaltens der Warmstalltiere. Im ersten Laktationsabschnitt tranken sie nicht nur etwa doppelt so oft wie die Kaltstalltiere, sie nahmen auch pro Trinkvorgang durchschnittlich weniger als 1 l Wasser auf. Diese Beobachtung ließ sich in den folgenden Laktationsabschnitten nicht wiederholen.

Zum Abschluß sei das Augenmerk auf die in Abschnitt 4.4 angestellten Betrachtungen über Zusammenhänge zwischen ethologischer und physiologischer Thermoregulation und der Leistung der Individuen gerichtet. Die hier an Hand einer Auswahl von Merkmalen herausgestellten großen Unterschiede zwischen den Reaktionen der Individuen führten zu der Hypothese, Wärmebelastung, zumindest in mäßiger Form, als einen sich individuell unterschiedlich auswirkenden Stressor anzusehen. Zusätzlich kämen individuell unterschiedliche Beeinflussungen durch die jeweilige Haltungsform, das Management,

die Fütterung und die Beziehung zu den übrigen Gruppenmitgliedern in Betracht. Je nach individuellem Spielraum eines jeden Tieres wären dabei unterschiedlich ausgeprägte Verhaltensänderungen denkbar, so daß kein einheitliches Reaktionsmuster als Ausdruck der thermoregulatorischen Maßnahmen erwartet werden kann. Je mehr ein Tier nun durch die genannten Faktoren beeinflusst würde, desto auffälliger bzw. abweichender vom Gruppenmittel wären seine Reaktionen. Dies könnte sowohl Verhaltensänderungen thermoregulatorischer Natur wie auch andere betreffen. Insgesamt wären diese Verhaltensänderungen eher als Ausweich- denn als Anpassungsbe-  
mühungen anzusehen, wobei das jeweilige Gruppenmittel als Maßstab zu nehmen wäre. Zu dieser Theorie führte der Vergleich von Reaktionen der beiden Warmstalltiere Heike und Gundel mit denen der übrigen Tiere der Warmstallgruppe. Die extrem hohe Trinkhäufigkeit von Gundel in Verbindung mit ihren anderen Reaktionen wie niedrige Milchleistung sowie der häufige Kotabsatz wären demnach nicht als gute Anpassung an die erhöhte Umgebungstemperatur anzusehen, sondern als Ausdruck für ein gesteigertes Unwohlsein und somit das Gegenteil einer gelungenen Anpassung. Daß in diesem Zusammenhang das Merkmal Trinkhäufigkeit angesprochen wird, soll nicht etwa die in der Literatur beschriebene und auch in dieser Arbeit bestätigte allgemeine Kühlfunktion der Wasseraufnahme in Frage stellen. Lediglich der Vergleich von Gundels Reaktionen insgesamt mit denen der übrigen Warmstalltiere und ihren Leistungen berechtigt die Überlegung, daß das extrem häufige Trinken bei dieser Kuh eher als Übersprunghandlung denn als gute Anpassung an die Wärmebelastung angesehen werden kann. Möglicherweise würde eine weitere Steigerung der Wärmebelastung die Unterscheidung zwischen Reaktionen auf die Einwirkung einer Summe von Stressoren allgemein und solchen, denen eher eine thermoregulatorische Bedeutung zugemessen werden kann, erleichtern. Nach Berücksichtigung von Verhaltensänderungen als notwendige Anpass-

sungsmaßnahmen wären die Tiere, die die wenigsten extremen Reaktionen entwickelten, am ehesten dazu geeignet, einschneidende Veränderungen in ihrer Umwelt zu bewältigen.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde das Verhalten unter dem Einfluß einer kontinuierlichen Wärmebelastung von Kühen der Rasse Deutsche Schwarzbunte im Verlauf der ersten Laktation untersucht.

Damit sollte zur Beantwortung folgender Fragen beigetragen werden:

1. Einfluß einer langfristigen Wärmebelastung unter Berücksichtigung des Laktationsstadiums auf das Verhalten laktierender Kühe,
2. Unterschiede in den Reaktionen der Individuen,
3. Verhaltensweisen als Thermoregulationsmechanismen.

Beobachtet wurden zehn erstlaktierende Kühe, die 14 Tage vor der Abkalbung auf zwei identische klimatisierbare Stallhälften verteilt worden waren. Fünf Kühe wurden unter einer konstanten Temperatur von 28°C und 55% relativer Luftfeuchte gehalten, die übrigen fünf Kühe dienten unter definierten Normalbedingungen (Lufttemperatur: 18°C; relative Luftfeuchte: 75%-85%) als Kontrollgruppe. Jede der beiden Versuchsgruppen wurde in drei Versuchsabschnitten jeweils sechsmal beobachtet. Die tägliche Beobachtungszeit beschränkte sich auf vier Abschnitte von je drei Stunden Dauer. Die Verhaltensmerkmale wurden in Intervallen von fünf Minuten für jedes Einzeltier registriert. Begleitend wurden an zwischen-geschalteten Meßtagen einige Funktionsmerkmale zur physiologischen Thermoregulation erfaßt.

Die Wärmebelastung wirkte sich folgendermaßen auf die Tiere aus:

- Sie zeigten vermehrte Unruhe und gesteigerte Reaktionsbereitschaft.
- Sie tendierten dahin, mehr Zeit im Liegen und hier in

teilweise oder vollständig gestreckten Liegehaltungen zu verbringen. Die durchschnittliche Stehdauer war kürzer, der Wechsel zwischen Stehen und Liegen fand häufiger statt.

- Die Freßzeit für Heu war tendenziell kürzer.
- Die Gesamtwiederkauzeit war etwas kürzer sowie in häufigere und kürzere Perioden eingeteilt. Tendenziell wurden beim Wiederkauen im Liegen die teilweise gestreckten Liegehaltungen bevorzugt.
- Die Trinkhäufigkeit war doppelt so hoch, der Wasserverbrauch ebenfalls deutlich erhöht.
- Kot und auch Harn wurden häufiger abgesetzt.
- Körperpflegeaktivitäten konnten vermehrt beobachtet werden. Der Sozialkontakt unter den Warmstalltieren bestand meist aus Auseinandersetzungen um mehr Liegefläche.

Im Verlauf der Laktation fielen im Warmstall eher Unterschiede im Verhalten zwischen erstem und zweitem Laktationsabschnitt auf. Der subjektive Eindruck vermehrter Unruhe blieb aber über den gesamten Versuchszeitraum hinweg bestehen. Im Verhalten der Kaltstalltiere ließen sich im Verlauf der Untersuchung eher kontinuierliche Tendenzen erkennen.

Beim Einzeltiervergleich von Funktionsmerkmalen der physiologischen Thermoregulation mit ausgewählten Verhaltensmerkmalen ließ sich folgendes feststellen:

- Im Hinblick auf thermoregulatorische Maßnahmen konnte kein einheitliches Reaktionsmuster beobachtet werden.
- Ein Zusammenhang zwischen auffälligen Reaktionen von Einzeltieren und niedriger Milchleistung wurde vermutet.

Abschließend wurden die Versuchsbedingungen kritisch beurteilt sowie Akklimationerscheinungen diskutiert. Verhaltensweisen, die als ethologische Maßnahmen zur Thermoregulation angesehen werden können, sowie solche, die auf ein gestörtes Wohlbefinden schließen lassen, wurden herausge-

stellt. Eine Hypothese im Hinblick auf Anpassungsreaktionen von Einzeltieren wurde entwickelt.

## 7. SUMMARY

In the present study the behaviour of German Schwarzbunte cows under the influence of a constantly high temperature was examined during their first lactation.

This should contribute some answers to the following questions:

1. Influence of long lasting temperature stress, with respect to the various stages of lactation, on the behaviour of lactating cows,
2. Differences in individual reactions,
3. Types of behaviour as thermoregulation mechanisms.

Ten cows in their first lactation were observed, who, 14 days prior to their calving, had been placed in two identical stalls in which the temperature could be regulated. Five cows were housed under a constant temperature of 28°C and a relative humidity of 55%, the other five cows, who served as control group, were kept under conditions defined as normal (18°C and 75% to 85% relative humidity). Both groups were observed during three different examination periods, for six days within each period. The daily observation time was limited to four 3-hour periods. The behaviour characteristics were registered in intervals of five minutes for each individual animal. In addition, certain characteristics of physiological thermoregulation were measured on days which immediately followed the observation days.

The following reactions under the influence of heat stress were observed:

- The animals showed that they were more restless and quicker to react to certain stimuli.
- They tended to spend more time lying down, and preferred to lie stretched out in various positions. The average

period of standing was shorter and they changed from standing to lying positions more often.

- The time spent feeding on hay tended to be shorter.
- The total rumination time was somewhat shorter and was divided into shorter, more frequent periods. While they were lying down and ruminating, they tended to prefer partially stretched out positions.
- The frequency of drinking water was twice as high and likewise the water consumption was remarkably increased.
- Faeces and also urine were eliminated more frequently.
- Grooming activities could be observed more often. Social contact among the animals in the warm stall consisted mainly of struggles for more space for lying down.

During the course of lactation in the warm stall differences in behaviour were more noticeable, in comparing the first and second stage of lactation. The subjective impression of increased restlessness remained during the entire time of the experiment. The behaviour of the animals in the cold stall tended to be more consistent.

In comparing the characteristics of the physiological thermoregulation to particular behavioural characteristics of individual animals the following results were obtained:

- With respect to thermoregulatory measures no uniform reaction pattern could be observed.
- It was assumed that there is a connection between the particularly noticeable reactions of individual animals and their decreased milk production.

Finally, the experimental conditions were critically evaluated and signs of acclimation were discussed. A distinction between types of behaviour which could be considered as ethological measures for thermoregulation, and those types which could be interpreted as signs of discomfort, was high-

lighted. A hypothesis in respect to adaptive reactions of individual animals was developed.

8. SCHRIFTTUM \*

- ADAM, T.; I. BARNA u. J FARKAS (1977):  
Behavioral Examinations of Holstein-Friesian Lactating Cows in the Agrocomplex-Management System. Proc. Hung. Res. Inst. Animal Husb. Herceghalom 3, 23-35
- d'ARCES, J. (1966):  
Über die Anpassung europäischer Rinderrassen an heißes Klima.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 79, 141-143
- AUER, C. (1980):  
Schwitzratenmessung bei unterschiedlicher Temperaturbelastung am schwarzbunten Rind - Ein Beitrag zur Methodik.  
Techn. Univ. Berlin, Fachber. Int. Agrarentwicklung, Diss.
- BARTHA, R. (1971):  
Studien zu Fragen der Zebu-Rinderzucht in den Tropen. Schriftenr. "Afrika-Studien", ifo-Institut für Wirtschaftsforschung e.V., München, Nr. 59, Weltforum Verl. München
- BAYER, W. (1979):  
Untersuchungen zum Einfluß unterschiedlicher Luftfeuchten bei hoher Umgebungstemperatur auf Leistungseigenschaften laktierender Rinder im Klimastall.  
Techn. Univ. Berlin, Fachber. Int. Agrarentwicklung, Diss.
- BIANCA, W. (1971):  
Die Anpassung des Haustieres an seine klimatische Umgebung.  
Schweiz. Landwirtsch. Forsch. 10, 155
- BIANCA, W. (1977):  
Temperaturregulation durch Verhaltensweise bei Haustieren.  
Tierzüchter 29 (3), 109-113

---

\* Zeitschriftentitelabkürzungen gemäß

- 1) List of Journals Indexed in Index Medicus.  
National Library of Medicine, Bethesda Md., 1983
- 2) Serial Sources for the BIOSIS Data Base.  
BioSciences Information Service, Philadelphia, Pa., 1982

- BRODY, S. (1948):  
Environmental Physiology. Physiological Backgrounds.  
Mo. Agr. Exp. Stn. Res. Bull. 423
- BRODY, S. (1956):  
Climatic physiology of cattle.  
J. Dairy Sci. 39, 715
- BÜNGER, G. (1981):  
Einflüsse alternierender Temperatur und relativer  
Luftfeuchte auf die Thermoregulation laktierender  
Kühe der Rasse Deutsche Schwarzbunte im Klimakammer-  
versuch.  
Freie Univ. Berlin, Fachber. Veterinärmed., Diss.
- CASTLE, M.E. (1972):  
A study of the intake of drinking water by dairy  
cows at grass.  
J. Br. Grassl. Soc. 27, 207-210
- CASTLE, M.E., u. R.J. HALLEY (1953):  
The grazing behaviour of dairy cattle at the Na-  
tional Institute for Research in Dairying.  
Br. J. Anim. Behav. 1, 139-143
- CASTLE, M.E., u. T.P. THOMAS (1975):  
The water intake of British Friesian cows on rations  
containing various forages.  
Anim. Prod. 20, 181-189
- CENA, M. (1964):  
Zoohygienische Beobachtungen über das Verhalten der  
Milchkühe in Offenstallhaltung.  
Arch. Tierzucht 7, 21-31
- COWAN, R.T. (1975):  
Grazing time and pattern of grazing of Friesian cows  
on a tropical grass-legume pasture.  
Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15, 32-37
- COWAN, R.T., D. SHACKEL u. T.M. DAVIDSON (1978):  
Water intakes, milk yield and grazing behaviour of  
Friesian cows with restricted access to water in a  
tropical upland environment.  
Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 18, 190-195
- CURTIS, S.E., u. J.J. McGLONE (1982):  
Status of Farm Animal Behavioural Research in North  
America.  
J. Anim. Sci. 54, 450-455

CZAKO, J. (1970):

Adatok a tehenk evés és haródzés közbeni viselkedéséhez. (Angaben zum Verhalten der Kühe während Futteraufnahme und Wiederkauen.)  
Allattenyésztés 19, 125-132

DANTZER, R. (1976):

Environment and Behaviour in Husbandry.  
Folia Vet. Lat. 6, 76-90

DENENBERG, V.H., u. E.M. BANKS (1969):

Techniques of Measurement and Evaluation.  
in: E.S.E. HAFEZ (Hrsg.): The Behaviour of Domestic Animals.  
Baillière, Tindall & Cassell, London

DREGUS, J., E. SZÜCS, u. I. SZÖLLÖSI (1979):

The Preference for and the Occupancy of Cubicles with different Types of Floor by Dairy Cows under loose Housing Conditions.  
Proc. Hung. Res. Inst. Anim. Husb. Herceghalom 5, 48-52

EL KASCHAB, S. (1979):

Verhaltensstudie am ägyptischen Rind und Büffel.  
Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 86, 20-23

FERGUSON, W. (1967):

Wallowing by dairy cattle.  
Proc. Soc. Vet. Ethol. 1, 6-7

FERGUSON, W. (1971):

Adaptive Behaviour of Cattle to Tropical Environments.  
Trop. Sci. 13, 113-122

FINCH, V.A. (1973):

Thermoregulation and heat balance in some East African herbivores.  
Nairobi, Univ., Ph. D. Thesis

FRASER, A.F. (1974):

Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.  
W. Bessei (Übers. u. Bearb.), Ulmer (Uni-Taschenbücher) 728 (1978), Stuttgart

HAFEZ, E.S.E. (1968):

Principles of animal adaptation.  
in: E.S.E. HAFEZ (Hrsg.): Adaptation of domestic animals.  
Lea & Febiger, Philadelphia

- HAFEZ, E.S.E., M.W. SCHEIN u. R. EWBANK (1969):  
The Behaviour of Cattle.  
in: E.S.E. HAFEZ (Hrsg.): The Behaviour of Domestic  
Animals.  
Baillière, Tindall & Cassell, London, 235-295
- HARVEY, W.R. (1977):  
User's guide for LSML 1976 (Mixed model leastsquares  
and maximum likelihood computer program).  
Ohio State University, Polykopia
- HAUPTMANN, J. (1969):  
Verhalten von Milchkühen in modernen Stallanlagen.  
Tierzucht 23, 491-494
- HEDLUND, L., u. J. ROLLS (1977):  
Behaviour of Lactating Dairy Cows during Total Con-  
finement.  
J. Dairy Sci. 60, 1807-1812
- HENDRICH, H. (1965):  
Vergleichende Untersuchung des Wiederkauverhaltens.  
Biol. Zentralbl. 84, 681-751
- HERZ, A., u. B. STEINHAUF (1974):  
Zur Reaktion landwirtschaftlicher Nutztiere auf  
Wärmebelastung.  
Z. Tierz. Züchtungsbiol. 91, 145-167
- HILLIGER, M.G. (1972):  
Stallklima.  
in: Veterinärhygiene (Hrsg.: ROOTS, HAUPT, HART-  
WIGK), 2. Aufl.  
Verlag Parey, Berlin, Hamburg
- HIPPEN, H. (1979):  
Mechanismen der Thermoregulation und Adaptation bei  
laktierenden Kühen unter Wärmebelastung (Feucht-Heiß  
und Trocken-Heiß).  
Techn. Univ. Berlin, Fachber. Int. Agrarentwickl.,  
Diss.
- HOFFMAN, M.P., u. H.L. SELF (1973):  
Behavioural Traits of Feedlot Steers in Iowa.  
J. Anim. Sci. 37, 1438-1445
- JENNINGS, S. (1971):  
General anesthesia of ruminants and swine.  
in: L. SOMA (Hrsg.): Textbook of Veterinary Anesthe-  
sia.  
Baltimore, 344-364

- JOHNSON, E.H. (1977):  
Der Einfluß von Wärmebelastung auf die Thermoregulation laktierender Kühe.  
Freie Univ. Berlin, Fachber. Veterinärmed., Diss.
- JOHNSON, H.D. (1965):  
Environmental temperature and lactation (with special reference to cattle).  
Int. J. Biometeorol. 9, 103
- JOHNSON, J.I., G.I. HATTON u. R.W. GOY (1969):  
The Physiological Analysis of Animal Behaviour.  
in: E.S.E. HAFEZ (Hrsg.): The Behaviour of Domestic Animals.  
Baillière, Tindall & Cassell, London, 121-191
- KLEE, W. (1979):  
Beobachtungen über die flache Seitenlage bei Rindern auf der Weide.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 92, 135-137
- KOCH, G. (1968):  
Ethologische Studien an Rinderherden unter verschiedenen Haltungsbedingungen.  
Schriftenr. Max-Planck-Inst. Tierz. und Tierernähr. Mariensee, Heft 35
- LITTLE, W., u. S.R. SHAW (1978):  
A Note on the Individuality of the Intake of Drinking Water by Dairy Cows.  
Anim. Prod. 26, 225-227
- LYHS, L. (1971):  
Grundlagen der Temperaturregulation und des Wärmehaushaltes.  
in: L. LYHS (Hrsg.): Der Wärmehaushalt landwirtschaftlicher Nutztiere.  
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- LYHS, L. (1978):  
Physiologische Fragen der Adaptation und der Organismus-Umwelt-Beziehungen.  
in: L. LYHS (Hrsg.): Umwelt und Leistung landwirtschaftlicher Nutztiere.  
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- MCDOWELL, R.E., E.G. MOODY, P.J. VAN SOEST, R.P. LEHMANN u. G.L. FORD (1969):  
Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows.  
J. Dairy Sci. 52, 188

- MIESCHKE, B. (1977):  
Einfluß einer Temperaturbelastung auf die Leistung  
laktierender Kühe.  
Techn. Univ. Berlin, Fachber. Int. Agrarentwickl.,  
Diss.
- MONTY, D.E., u. J.L. GARBARENO (1978):  
Behavioural and Physiologic Responses of Holstein-  
Friesian Cows to High Environmental Temperatures and  
Artificial Cooling in Arizona.  
Am. J. Vet. Res. 39, 877-882
- MORAN, J.B. (1970):  
Brahman cattle in a temperate environment. II. Adap-  
tability and grazing behaviour.  
J. agric. Sci. 74, 323
- NEUSCHULZ, N. (1982):  
Verhaltensbiologische Untersuchungen in der Rinder-  
produktion unter besonderer Berücksichtigung hal-  
tungsbedingter Verhaltensanomalien.  
Arch. Tierzucht 25, 229
- NICHELMANN, M. (1971):  
Der Wärmehaushalt beim Rind.  
in: L. LYHS (Hrsg.): Der Wärmehaushalt landwirt-  
schaftlicher Nutztiere.  
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- NICHELMANN, M. (1978):  
Physiologische Probleme der Stallklimagegestaltung.  
in: L. LYHS (Hrsg.): Umwelt und Leistung landwirt-  
schaftlicher Nutztiere.  
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- NICHELMANN, M., u. L. LYHS (1973):  
Physiologische Mechanismen der Temperaturregulation  
bei landwirtschaftlichen Nutztieren.  
Arch. Tierzucht, 285-302
- PASCHKE, H. (1982):  
Untersuchungen über den Einfluß einer Temperaturbe-  
lastung auf die Leistung und auf ausgewählte Parame-  
ter der Thermoregulation bei Kühen der Rasse Deut-  
sche Schwarzbunte in der ersten Laktation.  
Freie Univ. Berlin, Fachber. Veterinärmed., Diss.
- PORZIG, E. (1969):  
Verhalten von Rindern.  
in: E. PORZIG (Hrsg.): Das Verhalten landwirt-  
schaftlicher Nutztiere.  
VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin-Ost

- PORZIG, E. (1975):  
Die Bedeutung verhaltenswissenschaftlicher Untersuchungen bei Rindern.  
Monatsh. Veterinärmed. 30, 241-244
- PORZIG, E. (1982):  
Verhaltensinventare und Tier-Umwelt-Wechselbeziehungen.  
in: K.-M. SCHEIBE (Hrsg.): Nutztierverhalten.  
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- ROHLES, F.H. Jr. (1974):  
The Ecosystem Complex - A New Approach in Defining the Animal-Environment Relationship.  
Proceedings of the International Livestock Environment Symposium, 17.-19.4.74, publ. by Am. Soc. Agr. Engineers, Michigan
- RUSSI, H. (1977):  
Beitrag zum Liegeverhalten der Milchkühe im Anbindestall.  
Zürich, Univ., Veterinärmed. Fak., Diss.
- SAMBRAUS, H.H. (1971):  
Zum Liegeverhalten der Wiederkäuer.  
Züchtungskunde 43, 187-198
- SCOTT, J.P. (1958):  
Animal Behaviour.  
University of Chicago Press
- SEATH, D.M., u. G.D. MILLER (1947):  
Heat tolerance comparisons between Jersey and Holstein cows.  
J. Anim. Sci. 6, 24
- SZÜCS, E., I. MOLNAR, I. TÖRÖK, I. SZÖLLÖSI u. A. FORGONY (1979):  
On the Fattening Performance and Behaviour of Bulls.  
Proc. Hung. Res. Inst. Anim. Husb. Herceghalom 5, 61-65
- SCHEIN, M.W., u. E.S.E. HAFEZ (1969):  
The Physical Environment and Behaviour.  
in: E.S.E. HAFEZ (Hrsg.): The Behaviour of Domestic Animals.  
Baillière, Tindall & Cassell, London, 65-84
- SCHLOETH, R. (1958):  
Über die Mutter-Kind-Beziehung des halbwilden Camargue-Rindes.  
Säugetierk. Mitt. 6, 145

- TRIBE, D.E. (1955):  
The behaviour of grazing animals.  
in: J. HAMMOND: Progress in the Physiology of Farm  
Animals, 2. Aufl.  
Butterworths, London, 585
- TRNKA, J. (1979):  
Lateralität von Liegen bei Milchkühen.  
Živocisná Vyroba 24, 173-178
- TSCHIRCH, M, u. O.R. SOMMER (1970):  
Umfang, zeitlicher Ablauf und Häufigkeit der Trink-  
wasseraufnahme bei der Milchkuh.  
Züchtungskunde 42, 362-371
- VERCOE, J.E. (1973):  
The energy cost of standing and lying in adult  
cattle.  
Br. J. Nutr. 30, 207-210
- WANDER, J.-F. (1965):  
Methoden und Ergebnisse angewandter Verhaltensfor-  
schung in der Nutztierhaltung.  
Landbauforsch. Völkenrode, 15, 145-152
- WEISS, B., u. V.G. LATIES (1961):  
Behavioural Thermoregulation.  
Science 133, 1338-1344
- WHITTOW, G.C. (1962):  
The significance of the extremities of the ox (bos  
taurus) in thermoregulation.  
J. agric. Sci. 58, 109
- WINER, B.F. (1972):  
Statistical Principals in Experimental Designs,  
2. Aufl.  
Verlag McGraw Hill, London, New York, Sydney
- WINTER, P. (1979):  
Vergleichende Untersuchungen zum Weideverhalten tau-  
riner und zebuiner Rinder am tropischen Standort  
Bangladesh.  
Freie Univ. Berlin, Fachber. Veterinärmed., Diss.
- WITKE, G. (1972):  
Adaptation des tierischen Körpers.  
in: Physiologie der Haustiere.  
Verlag Parey, Berlin, Hamburg, 179-196

WORSTELL, D.M., u. S. BRODY (1953):

Comparative physiological reactions of European and Indian cattle to changing temperature.

Mo. Agr. Exp. Stn. Res. Bull., 515

ZEEB, K. (1981):

Beeinflussung des Rinderverhaltens durch Klimafaktoren.

Tierzüchter 33, 288-293

ZEEB, K., u. J. BAMMERT (1977):

Aktivität und Klima in unterschiedlichen Rinderhaltungssystemen.

Aktuel. Arb. artgem. Tierhalt. KTBL-Schrift No. 233, 133-148

ZSCHACHLITZ, H. (1982):

Vergleichende Betrachtung des Futteraufnahme-, Wiederkau- und Liegeverhaltens erwachsener Rinder bei Weide- und Stallhaltung. (Übersicht des Schrifttums von 1930 bis 1981).

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

9. ANHANG

Tabellarische Darstellung der Ergebnisse der  
Varianzanalyse

Tabelle 16: Ergebnisse der Varianzanalyse für Steh- und Liegezeiten

| Merkmal                  | Varianzursache      | FG  | Mean Squares  | F-Wert     |
|--------------------------|---------------------|-----|---------------|------------|
| Stehzeit                 | Behandlung          | 1   | 133.472222    | 0.006 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 20820.277778  | 6.241 ***  |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 187554.305556 | 13.546 *** |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 46520.972222  | 3.360 *    |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 13845.798611  | 4.150 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 3336.305556   |            |
| Liegezeit                | Behandlung          | 1   | 125.000000    | 0.006 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 20807.638889  | 6.240 ***  |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 187877.222222 | 13.559 *** |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 46625.000000  | 3.365 *    |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 13856.493056  | 4.156 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 3334.333333   |            |
| Liegezeit<br>rechts      | Behandlung          | 1   | 4550.138889   | 0.233 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 20414.375000  | 4.294 ***  |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 126930.555556 | 5.913 **   |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 2290.555556   | 0.107 n.s. |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 21466.979167  | 4.516 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 4753.972222   |            |
| Liegezeit<br>links       | Behandlung          | 1   | 6183.472222   | 0.384 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 16113.333333  | 2.901 **   |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 13421.666667  | 0.421 n.s. |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 29973.888889  | 0.941 n.s. |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 31862.187500  | 5.737 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 5554.250000   |            |
| gestreckte<br>Seitenlage | Behandlung          | 1   | 435.555556    | 0.931 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 467.847222    | 4.857 ***  |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 1864.305556   | 5.959 **   |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 342.638889    | 1.095 n.s. |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 312.847222    | 3.248 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 96.333333     |            |
| Grund-<br>haltung        | Behandlung          | 1   | 1388.888889   | 0.022 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 63283.263889  | 20.798 *** |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 46107.638889  | 2.862 n.s. |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 41529.305556  | 2.578 n.s. |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 16111.180556  | 5.295 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 3042.777778   |            |
| Zwischen-<br>positionen  | Behandlung          | 1   | 760.555556    | 0.009 n.s. |
|                          | Tier : Beh.         | 8   | 88976.388889  | 38.334 *** |
|                          | Laktationsabschnitt | 2   | 102042.916667 | 9.594 ***  |
|                          | Beh. x Lakt.        | 2   | 13839.305556  | 1.301 n.s. |
|                          | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 10636.597222  | 4.583 ***  |
|                          | Rest                | 150 | 2321.055556   |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung  
 Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt  
 Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt  
 FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:  
 n.s.: nicht signifikant  
 \* :  $\alpha < 0,05$   
 \*\* :  $\alpha < 0,01$   
 \*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 17: Ergebnisse der Varianzanalyse für die durchschnittliche Dauer von Steh- und Liegevorgängen

| Merkmal                     | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|-----------------------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Stehdauer                   | Behandlung          | 1   | 31733,888889 | 3,916 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 8103,316667  | 13,486 *** |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 5742,605556  | 4,312 *    |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 180,938889   | 0,136 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 1331,904167  | 2,217 **   |
|                             | Rest                | 150 | 600,884444   |            |
| Liegedauer                  | Behandlung          | 1   | 1953,605556  | 1,049 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 1861,622222  | 4,907 ***  |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 1782,505556  | 4,470 *    |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 7,438889     | 0,019 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 398,743056   | 1,051 n.s. |
|                             | Rest                | 150 | 379,412222   |            |
| Liegedauer rechts           | Behandlung          | 1   | 551,250000   | 0,374 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 1472,475000  | 7,767 ***  |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 897,405556   | 3,066 *    |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 0,616667     | 0,002 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 292,712500   | 1,544 n.s. |
|                             | Rest                | 150 | 189,572222   |            |
| Liegedauer links            | Behandlung          | 1   | 429,355556   | 1,942 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 221,055556   | 1,267 n.s. |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 154,116667   | 0,443 n.s. |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 9,605556     | 0,028 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 348,180556   | 1,996 *    |
|                             | Rest                | 150 | 174,417778   |            |
| Dauer gestreckte Seitenlage | Behandlung          | 1   | 61,250000    | 0,548 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 111,711111   | 4,479 ***  |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 337,872222   | 7,569 ***  |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 32,616667    | 0,731 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 44,640278    | 1,790 *    |
|                             | Rest                | 150 | 24,943333    |            |
| Dauer Zwischenpositionen    | Behandlung          | 1   | 906,755556   | 0,564 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 1606,388889  | 13,413 *** |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 2129,488889  | 6,600 **   |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 247,022222   | 0,766 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 322,651389   | 2,694 ***  |
|                             | Rest                | 150 | 119,766667   |            |
| Dauer Grundhaltung          | Behandlung          | 1   | 480,200000   | 0,265 n.s. |
|                             | Tier : Beh.         | 8   | 1812,875000  | 7,619 ***  |
|                             | Laktationsabschnitt | 2   | 801,072222   | 1,902 n.s. |
|                             | Beh. x Lakt.        | 2   | 372,616667   | 0,885 n.s. |
|                             | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 421,254167   | 1,770 *    |
|                             | Rest                | 150 | 237,946667   |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung  
 Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt  
 Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt  
 FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:  
 n.s.: nicht signifikant  
 \* :  $\alpha < 0,05$   
 \*\* :  $\alpha < 0,01$   
 \*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 18: Ergebnisse der Varianzanalyse für die Häufigkeit des Vorkommens von Merkmalen im Steh- und Liegeverhalten

| Merkmal               | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|-----------------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Stehen                | Behandlung          | 1   | 211.250000   | 2.923 n.s. |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 72.261111    | 27.733 *** |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 4.355556     | 0.842 n.s. |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 0.866667     | 0.168 n.s. |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 5.173611     | 1.986 **   |
|                       | Rest                | 150 | 2.605556     |            |
| Liegen                | Behandlung          | 1   | 180.000000   | 2.358 n.s. |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 76.350000    | 38.431 *** |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 1.400000     | 0.204 n.s. |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 6.066667     | 0.882 n.s. |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 6.879167     | 3.463 ***  |
|                       | Rest                | 150 | 1.986667     |            |
| Liegen rechts         | Behandlung          | 1   | 30.422222    | 1.026 n.s. |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 29.638889    | 25.356 *** |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 0.650000     | 0.092 n.s. |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 8.905556     | 1.258 n.s. |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 7.076389     | 6.054 ***  |
|                       | Rest                | 150 | 1.168889     |            |
| Liegen links          | Behandlung          | 1   | 61.250000    | 4.180 *    |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 14.652778    | 8.056 ***  |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 0.972222     | 0.224 n.s. |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 1.116667     | 0.258 n.s. |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 4.336111     | 2.384 **   |
|                       | Rest                | 150 | 1.818889     |            |
| gestreckte Seitenlage | Behandlung          | 1   | 15.605556    | 1.551 n.s. |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 10.063889    | 7.605 ***  |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 37.672222    | 7.319 ***  |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 10.872222    | 2.112 n.s. |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 5.147222     | 3.890 ***  |
|                       | Rest                | 150 | 1.323333     |            |
| Grundhaltung          | Behandlung          | 1   | 107.338889   | 1.559 n.s. |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 68.861111    | 8.708 ***  |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 109.705556   | 5.139 **   |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 32.005556    | 1.499 n.s. |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 21.348611    | 2.700 ***  |
|                       | Rest                | 150 | 7.907778     |            |
| Zwischenpositionen    | Behandlung          | 1   | 74.755556    | 0.353 n.s. |
|                       | Tier : Beh.         | 8   | 211.555556   | 17.455 *** |
|                       | Laktationsabschnitt | 2   | 165.316667   | 5.545 **   |
|                       | Beh. x Lakt.        | 2   | 116.672222   | 3.913 *    |
|                       | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 29.813889    | 2.460 **   |
|                       | Rest                | 150 | 12.120000    |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 19: Ergebnisse der Varianzanalyse für Merkmale der Futteraufnahme

| Merkmal                                 | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert      |
|-----------------------------------------|---------------------|-----|--------------|-------------|
| Kraftfutteraufnahme:<br>Gesamtfresszeit | Behandlung          | 1   | 3.472222     | 0.111 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh.         | 8   | 31.250000    | 0.586 n.s.  |
|                                         | Laktationsabschnitt | 2   | 3273.750000  | 109.125 *** |
|                                         | Beh. x Lakt.        | 2   | 433.472222   | 14.449 ***  |
|                                         | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 30.000000    | 0.563 n.s.  |
|                                         | Rest                | 150 | 53.305556    |             |
| Dauer                                   | Behandlung          | 1   | 1.088889     | 0.088 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh.         | 8   | 12.333333    | 2.182 *     |
|                                         | Laktationsabschnitt | 2   | 99.872222    | 8.467 ***   |
|                                         | Beh. x Lakt.        | 2   | 43.372222    | 3.677 *     |
|                                         | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 11.795833    | 2.087 **    |
|                                         | Rest                | 150 | 5.653333     |             |
| Häufigkeit                              | Behandlung          | 1   | 0.050000     | 0.164 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh.         | 8   | 0.305556     | 0.650 n.s.  |
|                                         | Laktationsabschnitt | 2   | 13.616667    | 35.781 ***  |
|                                         | Beh. x Lakt.        | 2   | 0.116667     | 0.307 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 0.380556     | 0.810 n.s.  |
|                                         | Rest                | 150 | 0.470000     |             |
| Heuaufnahme:<br>Gesamt-fresszeit        | Behandlung          | 1   | 1075.555556  | 1.532 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh.         | 8   | 701.944444   | 1.176 n.s.  |
|                                         | Laktationsabschnitt | 2   | 25535.138889 | 26.163 ***  |
|                                         | Beh. x Lakt.        | 2   | 3477.638889  | 3.563 *     |
|                                         | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 976.006944   | 1.635 n.s.  |
|                                         | Rest                | 150 | 597.055556   |             |
| Dauer                                   | Behandlung          | 1   | 190.138889   | 0.978 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh.         | 8   | 194.322222   | 1.600 n.s.  |
|                                         | Laktationsabschnitt | 2   | 2947.272222  | 23.390 ***  |
|                                         | Beh. x Lakt.        | 2   | 180.238889   | 1.430 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 126.005556   | 1.037 n.s.  |
|                                         | Rest                | 150 | 121.456667   |             |
| Häufigkeit                              | Behandlung          | 1   | 1.800000     | 0.287 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh.         | 8   | 6.275000     | 2.453 *     |
|                                         | Laktationsabschnitt | 2   | 82.338889    | 14.671 ***  |
|                                         | Beh. x Lakt.        | 2   | 0.816667     | 0.146 n.s.  |
|                                         | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 5.612500     | 2.194 **    |
|                                         | Rest                | 150 | 2.557778     |             |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 20: Ergebnisse der Varianzanalyse für Merkmale des Wiederkauverhaltens

| Merkmals                     | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|------------------------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Gesamtzeit Wiederkauen       | Behandlung          | 1   | 6906,805556  | 0,659 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 10486,111111 | 6,983 ***  |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 1812,916667  | 0,753 n.s. |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 2817,638889  | 1,171 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 2406,423611  | 1,602 n.s. |
|                              | Rest                | 150 | 1501,694444  |            |
| Wiederkauen im Stehen        | Behandlung          | 1   | 1361,250000  | 0,101 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 13501,527778 | 10,932 *** |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 58586,666667 | 8,446 ***  |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 9486,666667  | 1,368 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 6936,840278  | 5,617 ***  |
|                              | Rest                | 150 | 1235,027778  |            |
| Wiederkauen im Liegen        | Behandlung          | 1   | 2135,555556  | 0,162 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 13220,833333 | 6,595 ***  |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 80896,250000 | 9,641 ***  |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 18370,972222 | 2,189 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 8391,250000  | 4,186 ***  |
|                              | Rest                | 150 | 2004,555556  |            |
| Wiederkauen im Liegen rechts | Behandlung          | 1   | 7933,472222  | 0,952 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 8576,111111  | 6,931 ***  |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 30885,138889 | 12,708 *** |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 1496,805556  | 0,616 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 2430,381944  | 1,964 **   |
|                              | Rest                | 150 | 1237,416667  |            |
| Wiederkauen im Liegen links  | Behandlung          | 1   | 1836,805556  | 0,268 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 6865,208333  | 3,838 ***  |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 15753,472222 | 1,776 n.s. |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 9839,305556  | 1,109 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 8872,604167  | 4,961 ***  |
|                              | Rest                | 150 | 1788,527778  |            |
| Dauer                        | Behandlung          | 1   | 657,422222   | 3,542 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 185,616667   | 7,308 ***  |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 469,038889   | 11,196 *** |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 78,272222    | 1,868 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 41,891667    | 1,649 n.s. |
|                              | Rest                | 150 | 25,400000    |            |
| Häufigkeit                   | Behandlung          | 1   | 31,250000    | 2,022 n.s. |
|                              | Tier : Beh.         | 8   | 15,455556    | 6,479 ***  |
|                              | Laktationsabschnitt | 2   | 36,716667    | 13,936 *** |
|                              | Beh. x Lakt.        | 2   | 3,316667     | 1,259 n.s. |
|                              | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 2,634722     | 1,104 n.s. |
|                              | Rest                | 150 | 2,385556     |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 21: Ergebnisse der Varianzanalyse für die Wiederkauzeit in verschiedenen Liegehaltungen

| Merkmal                                             | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|-----------------------------------------------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Wiederkauen<br>in:<br><br>gestreckter<br>Seitenlage | Behandlung          | 1   | 73.472222    | 3.806 n.s. |
|                                                     | Tier : Beh.         | 8   | 19.305556    | 3.757 ***  |
|                                                     | Laktationsabschnitt | 2   | 42.916667    | 5.066 **   |
|                                                     | Beh. x Lakt.        | 2   | 26.805556    | 3.164 *    |
|                                                     | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 8.472222     | 1.649 n.s. |
|                                                     | Rest                | 150 | 5.138889     |            |
| Grundhaltung                                        | Behandlung          | 1   | 4450.138889  | 0.342 n.s. |
|                                                     | Tier : Beh.         | 8   | 13023.333333 | 9.410 ***  |
|                                                     | Laktationsabschnitt | 2   | 8952.916667  | 1.480 n.s. |
|                                                     | Beh. x Lakt.        | 2   | 16878.472222 | 2.790 n.s. |
|                                                     | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 6050.416667  | 4.372 ***  |
|                                                     | Rest                | 150 | 1383.916667  |            |
| Zwischen-<br>positionen                             | Behandlung          | 1   | 142.222222   | 0.006 n.s. |
|                                                     | Tier : Beh.         | 8   | 24652.361111 | 23.914 *** |
|                                                     | Laktationsabschnitt | 2   | 63980.000000 | 13.768 *** |
|                                                     | Beh. x Lakt.        | 2   | 960.555556   | 0.207 n.s. |
|                                                     | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 4646.840278  | 4.508 ***  |
|                                                     | Rest                | 150 | 1030.888889  |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 22: Ergebnisse der Varianzanalyse für Merkmale des Trinkverhaltens

| Merkmal              | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|----------------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Trink-<br>häufigkeit | Behandlung          | 1   | 14382,672222 | 8,948 *    |
|                      | Tier : Beh.         | 8   | 1607,408333  | 28,425 *** |
|                      | Laktationsabschnitt | 2   | 3970,416667  | 7,614 **   |
|                      | Beh. x Lakt.        | 2   | 1525,738889  | 2,926 n.s. |
|                      | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 521,487500   | 9,222 ***  |
|                      | Rest                | 150 | 56,550000    |            |
| Wasser-<br>verbrauch | Behandlung          | 1   | 3392,144222  | 10,962 **  |
|                      | Tier : Beh.         | 8   | 309,437083   | 5,044 ***  |
|                      | Laktationsabschnitt | 2   | 383,769389   | 3,178 *    |
|                      | Beh. x Lakt.        | 2   | 812,715389   | 6,730 **   |
|                      | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 120,767458   | 1,968 *    |
|                      | Rest                | 150 | 61,353511    |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

Tabelle 23: Ergebnisse der Varianzanalyse für Häufigkeiten des Ausscheidungsverhaltens

| Merkmal    | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Harnabsatz | Behandlung          | 1   | 81.338889    | 2.704 n.s. |
|            | Tier : Beh.         | 8   | 30.083333    | 18.841 *** |
|            | Laktationsabschnitt | 2   | 13.616667    | 3.173 *    |
|            | Beh. x Lakt.        | 2   | 5.772222     | 1.345 n.s. |
|            | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 4.291667     | 2.688 ***  |
|            | Rest                | 150 | 1.596667     |            |
| Kotabsatz  | Behandlung          | 1   | 198.450000   | 5.405 *    |
|            | Tier : Beh.         | 8   | 36.713889    | 13.004 *** |
|            | Laktationsabschnitt | 2   | 245.016667   | 34.645 *** |
|            | Beh. x Lakt.        | 2   | 1.850000     | 0.262 n.s. |
|            | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 7.072222     | 2.505 ***  |
|            | Rest                | 150 | 2.823333     |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$

**Tabelle 24:** Ergebnisse der Varianzanalyse für Häufigkeiten des Sozial- und Komfortverhaltens

| Merkmal       | Varianzursache      | FG  | Mean Squares | F-Wert     |
|---------------|---------------------|-----|--------------|------------|
| Sozialkontakt | Behandlung          | 1   | 3,472222     | 0,108 n.s. |
|               | Tier : Beh.         | 8   | 32,011111    | 5,433 ***  |
|               | Laktationsabschnitt | 2   | 14,572222    | 1,358 n.s. |
|               | Beh. x Lakt.        | 2   | 16,572222    | 1,544 n.s. |
|               | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 10,731944    | 1,821 *    |
|               | Rest                | 150 | 5,892222     |            |
| Körperpflege  | Behandlung          | 1   | 457,605556   | 1,903 n.s. |
|               | Tier : Beh.         | 8   | 240,427778   | 12,103 *** |
|               | Laktationsabschnitt | 2   | 168,516667   | 8,280 ***  |
|               | Beh. x Lakt.        | 2   | 74,105556    | 3,641 *    |
|               | Tier : Beh. x Lakt. | 16  | 20,352778    | 1,025 n.s. |
|               | Rest                | 150 | 19,865556    |            |

Tier : Beh. = Tier innerhalb Behandlung

Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Behandlung und Laktationsabschnitt

Tier : Beh. x Lakt. = Interaktion zwischen Tier innerhalb Behandlung und Laktationsabschnitt

FG = Freiheitsgrade

Signifikanz des F-Wertes:

n.s.: nicht signifikant

\* :  $\alpha < 0,05$

\*\* :  $\alpha < 0,01$

\*\*\* :  $\alpha < 0,001$



## LEBENS LAUF

Isabelle Olga Margaret Maria Lewis

Geburtsdatum/Ort: 6. August 1954 in Bünde/Westf.  
Eltern: Euryrn Wynne Lewis und Hildegard Lewis,  
geb. Kespohl

### Schulbildung:

1961 - 1962            Grundschule in Hilbeck  
1962 - 1965            Bürgerschule II in Bünde  
1965 - 1973            Städtisches neusprachliches Mädchen-  
                          gymnasium in Bünde  
Mai 1973              Abitur

### Studium:

1973 - 1974            Studium der Rechtswissenschaft an der  
                          Georg-August Universität, Göttingen  
1974 - 1979            Studium der Veterinärmedizin an der  
                          Freien Universität Berlin  
Juni 1979              Staatsexamen

### Berufliche Tätigkeit:

Juli 1979 bis  
März 1982             Doktorandin am Institut für Tierproduk-  
                          tion, Fachbereich Internationale Agrar-  
                          entwicklung der Technischen Universität  
                          Berlin  
März 1981             Approbation als Tierärztin  
                          kurative Tätigkeit in Groß- und Klein-  
                          tierpraxen  
Februar 1984 bis  
Juli 1984              Mitarbeit in der Kleintierpraxis  
                          Dr. U. Rogge/A. Belker, Berlin  
August 1984            Vertretung in der Kleintierpraxis  
bis März 1985          S. Schulz, Berlin



Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. J.H. Weniger für die Überlassung des Themas und die Diskussion des Manuskripts.

Ganz besonders danke ich Herrn Prof. Dr. D. Steinhilber für die vielen Anregungen und die hilfreichen Diskussionen im Verlauf des Entstehens dieser Arbeit.

Herrn H. Dreczko gilt mein allerherzlichster Dank für seine jederzeit gewährte tatkräftige Unterstützung und seinen persönlichen Beistand während der Beobachtungen und Messungen.

Für die Anleitung und geduldige Beratung bei der statistischen Auswertung danke ich Herrn Dr. Chr. Hünicken und Herrn Prof. Dr. W. Schlote sowie Herrn Prof. Dr. H. Weiß und Frau Dr. G. Arndt im Institut für Biometrie der Freien Universität Berlin.

Den übrigen Mitarbeitern des Instituts für Tierproduktion danke ich für die Betreuung der Versuchstiere, für ihre Hilfsbereitschaft und ihr Interesse an dieser Arbeit.





